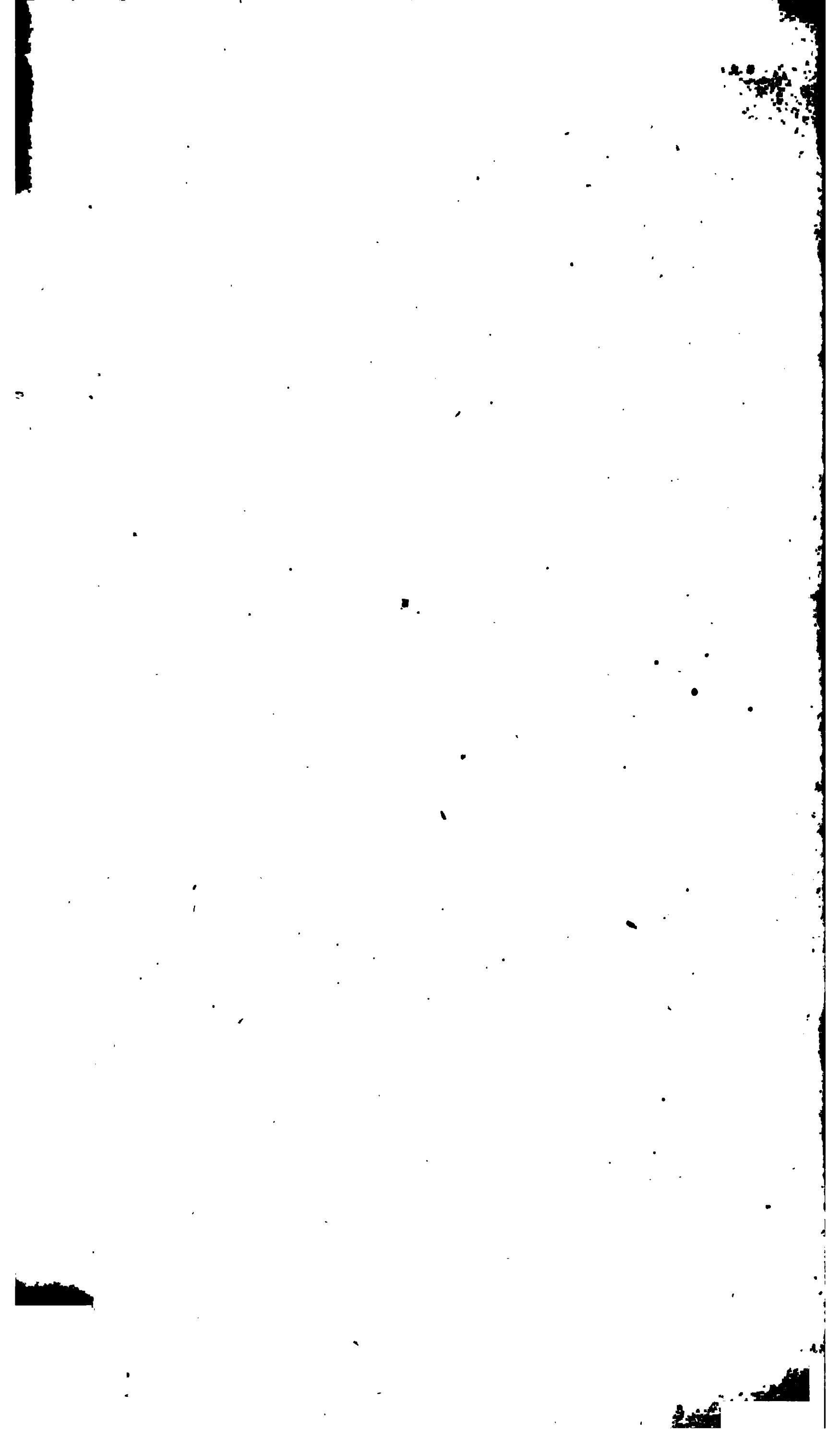


Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer 1761-1833.

Königl. ordentl. Professor der Mathematik und Astronomie zu Greifswald und verschiedener gelehrten Gesellschaften Ehrenmitgliede.

Zehnter Theil

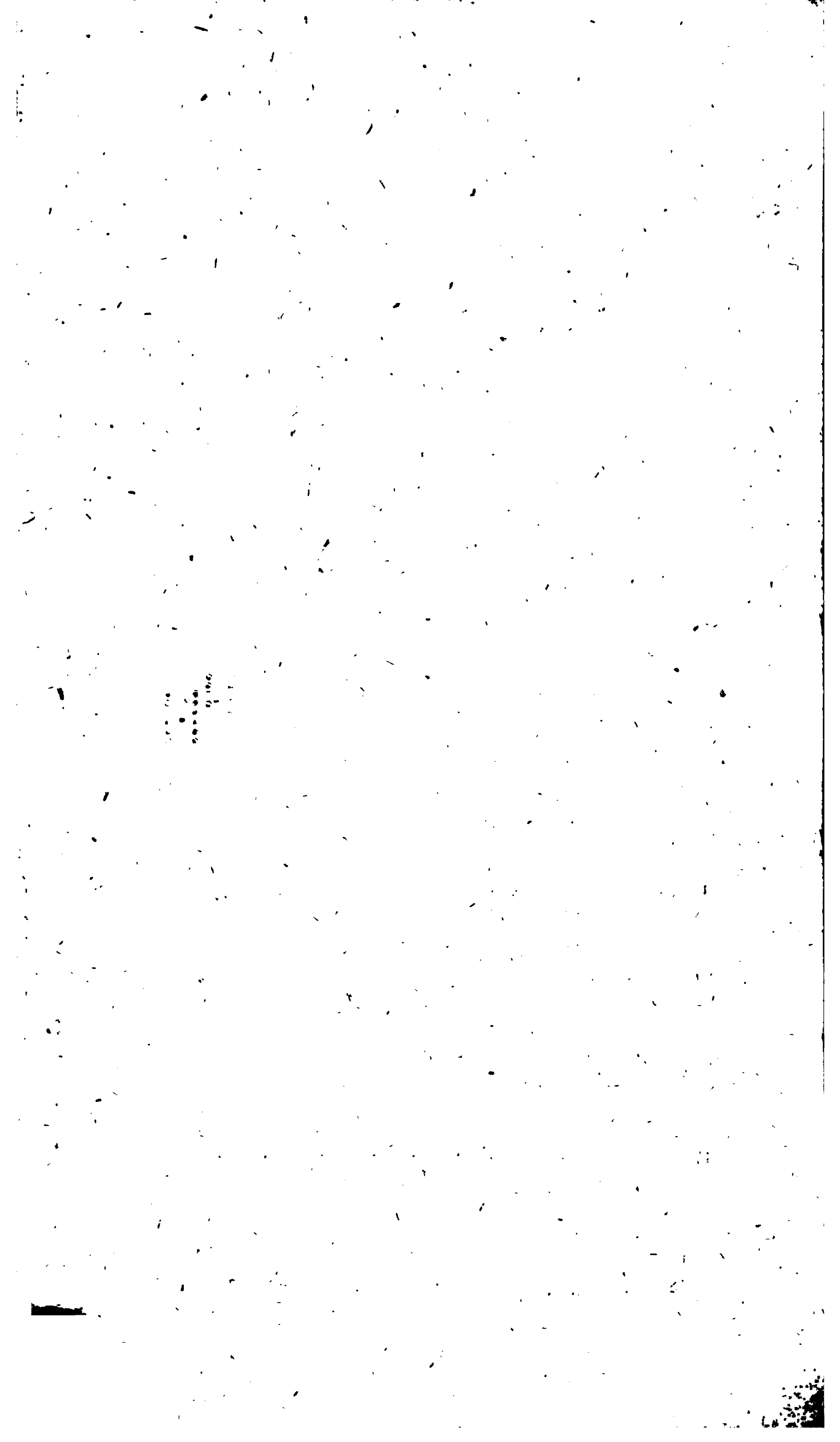
als

vierter Supplement-Band. Von Magnet bis Z.

Mit zwey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen, 1827.

In der Dieterich'schen Buchhandlung.



Thermo-Magnetismus (Thermo-Magnetismus, Thermo-Magnetisme) (N. A.) ist derjenige Magnetismus, welcher aus solchen elektrischen Strömungen hervorgeht, welche sich mit Hülfe der Wärme in bloßen festen Leitern entwickeln. Der Herr D. Seebeck *) hatte entdeckt, daß sich in den Metallen ein elektrischer Umlauf durch bloßes Aufheben des Gleichgewichts der Temperatur hervorbringen läßt, ohne daß es nöthig wäre, irgend eine Flüssigkeit zwischen sie zu bringen. Diese Wirkung bewerkstelligte er auf folgende sehr einfache Art: es wurden zwey verschiedenartige Metalle so an einander gelöthet, daß sie einen geschlossenen Umlauf bildeten; hiernächst wurde die Stelle, wo sie zusammengelöthet waren, erhitzt, wodurch sich ein elektrischer Strom entwickelte, der sich durch seine Wirkung auf die Magnetnadel zu erkennen gab. Diese neue Art elektrischer Umläufe wurden vom Herrn Prof. Oersted **thermo-elektrische** genennt, und, um diese von den galvanischen zu unterscheiden, schlug er für die letztern den Namen **hydro-elektrische** vor. Herr **Demonferrand** bemerkt, daß ihm diese Benennungen nicht ausreichend zu seyn scheinen, weil sie diejenigen elektrischen Ströme nicht begriffen, die in ganz festen Leitern auch wol noch durch andere Agentien, als die Wärme, hervorgebracht werden könnten. Er schlägt daher vor, die elektrischen Ströme in zwey Gattungen abzutheilen, nämlich in solche, welche unter Mitwirken von Flüssig-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 430 ff.

keiten gebildet werden, oder hydro-elektrische, und in solche, welche in Systemen aus bloßen festen Körpern entstehen, die dann, um den Gegensatz zu bezeichnen, den Namen stereo-elektrische erhalten würden. Von dieser zweyten Gattung seyn bis jetzt die thermo-elektrischen Ströme die einzigen, deren Daseyn außer Zweifel gesetzt sey; wenn indeß die Ströme um die Theile der Magnete wirklich existirten, so bildeten sie eine zweyte Art derselben Gattung.

Diese von Herrn D. Seebeck gemachte Entdeckung wurde besonders durch Herrn Oersted auf einer Reise, welche er nach Paris machte, an mehreren Orten bekannt, und es wurden dadurch mehrere Physiker und Chemiker veranlaßt, diese merkwürdige Wahrnehmung zu wiederholen, und sie zu erweitern. Herr Doebereiner *) zu Jena nahm wahr, daß, wenn eine Wißmuthstange an beyden Enden mit einem gebogenen Streifen starken Kupferblechs zusammengelöthet wird, an dieser Kette schon durch die Wärme der Hand oder der Fingerspitzen, womit man eine der gelötheten Stellen berühret, eine magnetisch reagirende Kraft erhält, so daß eine zwischen beyde Metalle gebrachte Magnetnadel zu einer östlichen oder westlichen Abweichung von 10 bis 15° gebracht wird. Diese Abweichungen steigen bis 50, 60, ja 70°, wenn man einige Augenblicke lang die Wärme der Flamme einer Spirituslampe auf die gelötheten Stellen wirken läßt, und je nachdem das an der einen oder der andern Stelle geschieht, wird die Magnetnadel die eine oder die entgegengesetzte Ablenkung zeigen. Jedoch wurde die magnetische Reaction nicht vergrößert, wenn der aus Kupfer bestehende Streifen oder Draht spiralförmig gewunden war.

Der Herr Prof. Oersted selbst nebst dem Herrn Baron Fourier in Paris stellten gemeinschaftlich mehrere Versuche zur Entscheidung dieser Frage an: ob die

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 115.

thermo-elektrischen Wirkungen durch wiederholte Abwechselungen von metallenen Stäben aus verschiedenen Stoffen verstärkt werden können? *). Der Apparat, welchen sie zuerst gebrauchten, bestand aus drey Stäbchen von Wißmuth, und drey andern von Antimon, welche abwechselnd an einander gelöthet waren, so daß sie einen zusammenhangenden thermo-elektrischen Umlauf, aus drey Elementen, bildeten. In der Länge hatten diese Stäbe ohngefähr 12 Centimeter (4½ Zoll), in der Breite 15 Millimeter (6½ Linie) und in der Dicke 4 Millimeter (1,7‴). Dieser Umlauf wurde horizontal auf zwey Unterlagen gelegt, so daß eine Seite des Sechseckes die Richtung der Magnetnadel erhielt, und dann so nahe als möglich unter diese Seite eine Boussole gestellt. Wurde jetzt eine der gelötheten Stellen mit der Flamme einer Kerze erhitzt, so ergab sich schon eine sehr merkliche Wirkung auf die Magnetnadel. Erhitzte man zwey einander nicht zunächst liegende Stellen, wo die Stäbe an einander gelöthet waren, so nahm die Ablenkung der Nadel bedeutend zu. Erhöhete man endlich die Temperatur der drey abwechselnden gelötheten Stellen, so ward die Wirkung noch mehr verstärkt.

Nun versuchten sie auch den umgekehrten Weg; sie brachten nämlich durch schmelzendes Eis die Temperatur einer oder mehrerer Löthstellen des Umlaufs auf den Nullpunkt; wo dann natürlich die nicht erkälteten Stellen gegen die andern als erhitzt erscheinen mußten. Vermöge dieser Verfahrungsart ließen sich zwischen den Versuchen Vergleichungen anstellen.

Durch vereinbarte Wirkung der Flamme mit der des Eises, d. h. durch Erhitzung der drey nicht erkälteten Löthstellen brachten sie es zu einer beträchtlichen Wirkung; die Ablenkung der Nadel stieg jetzt bis auf 60 Grade.

*) Annales de chimie et de physique. To. XXII. S. 375 ff. übers. in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XLI. S. 48 ff.

Bey weiterer Fortsetzung dieser Versuche bedienten sie sich eines, aus 22 Wißmuth- und 22 Antimon-Stäben bestehenden Apparats, worin sie den Stäben eine weit größere Dicke, als denen des beschriebenen Sechseckes, gaben, und fanden hiebey das Resultat, daß jedes Element des Apparats zur Gesammtwirkung beyträgt.

Sie machten nun an einer Stelle eine Unterbrechung in den Umlauf, und ließen an die getrennten Stäbchen kleine Messingschälchen löthen, welche sie dann mit Quecksilber füllten, um zwischen ihren Enden nach Belieben eine Communication mittelst metallischer Drähte veranstalten zu können. Ein Kupferdraht von einem Decimeter Länge und einem Millimeter Dicke war beynahe hinreichend, eine vollkommene Communication wieder herzustellen. Mittelst zweyer ähnlichen, an einander gelegten, Drähte gelang die Wiederherstellung vollkommen. Ein Draht vom nämlichen Durchmesser, aber mehr als einem Meter Länge leitete den Strom noch ziemlich gut fort; während ein Platindraht von einem halben Millimeter im Durchmesser und vier Decimeter Länge die Schließung des Kreises so unvollkommen bewirkte, daß die Ablenkung der Magnetnadel nicht einmal einen Grad ausmachte. Verband man, anstatt mittelst des Drahtes beyde offene Enden des Umlauf durch einen, mit einer gesättigten Natrum-Auflösung befeuchteten Papierstreifen, so war nicht die geringste, in die Augen fallende, Wirkung wahrzunehmen.

Uebrigens war die Wirkung des compleren elektromagnetischen Umlaufs weit geringer als die Summe der isolirten Wirkungen, welche die nämlichen Elemente hervorbrachten, wenn sie, jedes für sich, einen Umlauf bildeten.

Die Versuche wurden mit Stäben wiederholt, welche eine vierseitige Figur besaßen. Zuerst war der Umlauf ein Rechteck ABCD (Fig. 1.) wovon die eine Hälfte ABD aus Wißmuth und die andere ACD aus Antimon bestand. Beyde Hälften wurden an einander gelö-

thet, so daß zwey Seiten aus Antimon, und zwey aus Wißmuth an einander hafteten. Die Länge der größern Seite betrug 12 Centimeter ($4\frac{1}{2}$ Zoll), die der kleinern 8 (3 Zoll). Mit zwey seiner Seiten ward nun dieser Apparat, in der Richtung der Magnetnadel, horizontal auf Untersätze gelegt, und auf eine dieser Seiten die Boussole gestellt. Nach einer gewissen Zeit, nach welcher der ganze Apparat einerley Temperatur angenommen hatte, legte man Eis auf eine der beyden, die ungleichartigen Metalle verbindenden, Löthstellen A. Die Boussole zeigte jetzt eine Abweichung von 22 bis 23 Graden, während die Temperatur der Atmosphäre 14 Grad des hunderttheiligen Thermometers betrug. Bey einer Lufttemperatur von 20 Graden beobachtete man eine Ablenkung von 30 Graden.

Hierauf bildete man einen andern Umlauf fast von derselben Größe als den vorigen, in welchen aber die entgegengesetzten Seiten aus dem nämlichen Metall bestanden; z. B. (Fig. 2.) AB und CD aus Wißmuth, AC und BD aus Antimon. Der Apparat wurde in Wirksamkeit gesetzt, indem man Eis auf zwey entgegengesetzte Ecken legte. Die Abweichung der Magnetnadel betrug 30 bis 31 Grade; während unter denselben Umständen der einfache Umlauf die Nadel bloß um 22 bis 23 Grade ablenkte.

Ein anderer Umlauf, dessen Umkreis die doppelte Länge von der des, beym ersten Versuch gebrauchten Apparats, hatte, wurde durch Auflegen von Eis in Wirksamkeit gebracht. Die Ablenkung betrug hier nur 13 bis 15 Grade.

Nun wurde ein anderer Umlauf von derselben Länge verfertiget; es wurden ihm aber vier Abwechselungen, oder vier thermo-elektrische Elemente A, B (Fig. 3.) ertheilt, wo A das Antimon und B das Wißmuth bedeutet. Dieser Umlauf wurde durch Auflegen von Eis auf die abwechselnden Löthstellen in Wirksamkeit gebracht. Die Abweichung der Magnetnadel betrug jetzt $31\frac{3}{4}°$ un-

ter den nämlichen Umständen, wo der einfache Umlauf von gleicher Länge des dritten Versuchs nur eine Ablenkung von 13 bis 15 Grad hervorbrachte. Hieraus und aus mehreren Erfahrungen ergab sich, daß die Ablenkungen der Magnetnadel, welche durch den thermoelektrischen Umlauf hervorgebracht werden, mit der Zahl der Elemente wachsen, wenn die Länge des Umlaufs sich gleich bleibt; daß sie aber schwächer werden in dem Maaße, als die Länge wächst. Ferner fand sich auch, daß Elemente von gleicher Länge Umläufe bildeten, welche gleiche Ablenkungen hervorbringen, wie groß auch die Anzahl der Elemente seyn mochte. Diese Resultate erhalten ihre Bestätigung durch Vergleichung der Wirkungen von einem, zweyen, dreyen, vier, sechs, dreyzehn und 22 Elementen.

Um von complexen Umläufen recht kräftige Wirkungen auf die Magnetnadel zu erhalten, muß man sie aus ganz kurzen Elementen zusammensetzen; wobey jedoch der Nachtheil sich einstellte, daß die Temperatur im Umlaufe sehr schnell ins Gleichgewicht kam, wenn nicht die abwechselnden Löthstellen, die einen mit einer beständigen Wärmequelle, die andern mit einer beständigen Quelle von Kälte, in Verbindung gebracht wurden.

Bey Untersuchung der Wirkungen, welche ein complexer Umlauf äußerte, wenn man zuerst eine, dann zwey, dann drey u. s. w. seiner Löthstellen erhitzte, fand man, durch mehrere Versuche, folgende mittlere Zahlen:

Die Erkältung einer Löthstelle allein in einem Umlauf von zwey Elementen brachte eine Wirkung hervor von . . . . 21°
beyder Löthstellen zugleich . . . . 32½°
Die Erkältung einer Löthstelle in einem Umlauf von drey Elementen . . . . . 15⅝°
zweyer Löthstellen . . . . . 25⅞°
aller dreyer . . . . . . 31°

Die Erkältung einer Löthstelle in einem Umlauf von vier Elementen	$13\frac{1}{4}°$
zweyer	19°
dreyer	25°
vier	$31\frac{3}{4}°$
Die Erkältung einer Löthstelle in einem Umlauf von sechs Elementen	9°
der zwey ersten	$13\frac{3}{4}°$
der drey ersten	$18\frac{1}{2}°$
der vier ersten	22°
der fünf ersten	$25\frac{2}{3}°$
aller sechs	$28\frac{2}{3}°$

Aus diesen Versuchen ließ sich schließen, daß die Ablenkung, welche die erste erkältete Verbindungsstelle erzeugt, nahe ausgedruckt wird durch den doppelten Quotienten, welchen man erhält, wenn man die totalen Ablenkungen, welche durch die Kette hervorgebracht werden, wenn alle Elemente in Thätigkeit gesetzt sind, durch die Anzahl der Elemente + 1 dividiret. Eben so schien zu erhellen, daß die andern Zahlen dem Werthe des einfachen Quotienten sehr nahe kommen; doch scheinen sie eine abnehmende Reihe zu bilden.

Der Herr Akademiker, Ritter v. Yelin zu München hat seiner Anzeige zu Folge [α]), noch ehe er von den Versuchen des Herrn Seebeck eine Notiz erhalten hatte, dieselbe Entdeckung gemacht, und zwar zuerst an einem einfachen Kupferbogen. Seine ersten Versuche, welche er nicht allein mit Bogen aus Kupfer, sondern mit verschiedenen andern Metallen angestellt hatte, machte er der Akademie zu München den 11ten Januar 1823 bekannt [β]). Nach der Zeit, als er durch den Herrn Prof. Oersted eine nähere Kenntniß von den Seebeck'schen Bemühungen erhielt, wurde er besonders

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 432.
β) Ebendaselbst. S. 361 ff.

gereizt, eine zahlreiche Reihe von Versuchen mit Bogen und Stangen aus Gold, Platin, Silber, Eisen, Kupfer, Zinn, Zink, Bley, Antimon und Wißmuth anzustellen *). Es schien ihm, daß bey den Bogenversuchen des Herrn Seebeck die Wärme eine vorzüglich wesentliche Rolle spiele; dieserwegen versuchte er nun, ob nicht auch geschlossene Bogen aus einerley Metall, auf ungleiche Weise erwärmt, die natürliche Elektricität der Metalle lösen und in Bewegung bringen würden. Es hatte zwar auch bereits Herr Seebeck gefunden, daß ein thermo-elektrischer Strom in einem einzigen Metalle erregt werden könne; es schienen ihm aber hiezu nur solche Metalle zu taugen, deren Gefüge sehr merklich krystallinisch ist, so daß es dem Anschein hatte, als ob die verschiedenen Theile eines Krystalls die Rolle zweyer verschiedener Metalle spielten. Dagegen zeigte der Herr v. Relin und nach der Zeit besonders Becquerel, daß in einem einzigen Metalle ein elektrischer Strom erhalten werden könne, sein Gefüge mag krystallinisch seyn, oder nicht. Es sey nämlich (Fig. 4.) ABCDEM ein etwa 5''' breiter, ½''' dicker und 10 Zoll langer abgeschlossener Bogen von Kupferblech oder Zinkblech, welcher bey B hart eingelöthet, oder, um alles fremdartige Metall zu entfernen, dicht und fest durchgeniethet ist. Erwärmt man nun den Theil AB über einer Wachskerze, bis die Wärme zwischen C und D stark in der Hand gefühlet wird, und taucht alsdann den Theil CDEM des Bogens in kaltes Wasser, um in ihm eine verschiedene Wärme von der der andern Hälfte zu erregen, so zeigt der ganze Bogen deutliche und bestimmte elektro-magnetische Wirkungen, und zwar so wol in entgegengesetzten Lagen gegen den N- und S-Pol, als auch über und unter der Nadel mit dem erwärmten oder dem kalten Ende vorwärts, auf entgegengesetzte Weise.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 415 ff.

Nun änderte v. Relin Seebeck's Versuch dahin ab, daß er zwey verschiedenartige, bloß mit der warmen Hand fest an einander gedruckte Metalle z. B. Wißmuth und Kupfer, Zink und Kupfer u. s. f. auf die Magnetnadel wirken ließ. Der zwischen den Fingern erwärmte Theil der beyden Flächen wendete die Nadel im verkehrten Sinne gegen den um 180° abstehenden Punkt der beyden Platten.

Nachdem v. Relin auf solche Art wahrgenommen hatte, daß die Wirkung nicht von der Figur der Metalle abhange, so fieng er zu hoffen an, daß überhaupt jedes Metall schon für sich allein elektro-magnetisch wirken werde, sobald es nur an zwey verschiedenen Punkten unter ziemlicher Wärmedifferenz ungleich stark erwärmt werden würde, und er entdeckte

1. daß alle Metalle ohne Ausnahme, so bald sie an zwey Stellen ungleichen Temperatur-Graden ausgesetzt sind, zu Magne-Motoren werden, und zwar verhältnißmäßig desto stärker, je größer in beyden Stellen ihre Wärmedifferenz ist.

2. Daß sich bey dieser Magnetisirung durch Wärme Eigenthümlichkeiten zeigen, durch welche sie sich von dem durch Oersted entdeckten Elektro-Magnetismus wesentlich auszeichnet, weswegen er auch sie zum Unterschied derselben Thermo-Magnetismus nenne.

a. Man nehme einen Stab aus Wißmuth, oder Antimon, Kupfer, Zink, Silber u. s. f. oder einem andern der bisher so genannten unmagnetischen Metalle, erwärme in der Hand, oder besser im kochenden Wasser oder über einer Lichtflamme, die eine Hälfte desselben, während die andere Hälfte durch kaltes oder Eis-Wasser kalt erhalten wird; so wirkt nun der ganze Stab auf die Magnetnadel und es wird die eine Hälfte den Nordpol der Nadel, unter welchen sie gebracht worden ist, gegen Ost ablenken, während die andere Hälfte denselben gegen West zu drehet.

b. Man erhitze die Mitte des Stabes, während die beyden Enden kalt bleiben. Schiebt man dann nach und nach die Stange mit dem einen kalten Ende voran die Magnetnadel von N gegen S zu durch, so wird am vordern kalten Ende der Nordpol gegen West, am warmen mittleren gegen Ost, und gegen das andere kalte Ende zu wieder gegen West abgelenket.

c. Drehet man den Stab um, und bringt das andere kalte Ende voran, indem man wiederum den Weg unter der Nadel von N gegen S zu nimmt, so erfolgt alles eben so, wie in (b).

d. In allen Fällen bringt die Lage des in der Mitte erwärmten Stabes, je nachdem sie unter der Nadel die eine oder die umgekehrte hat, bey sonst gleichen Umständen entgegengesetzte Ablenkungen der Pole der Magnetnadel hervor.

e. Ein Stab, welcher die mittlere Temperatur z. B. 14 bis 15° Reau. hat, werde an seinem Ende nicht erwärmt, sondern in eine kaltmachende Mischung gelegt; sogleich zeigen sich, je nach der Natur des Metalls mehr oder minder starke, magneto-motorische Wirkungen.

f. Wißmuth wirkt unter übrigens gleichen Umständen am stärksten, Bley am schwächsten auf die Magnetnadel. Vor der Hand glaubte v. Yelin die Reihe der Wirksamkeit für die einzelnen Metalle also annehmen zu können: Wißmuth; Antimon; Zink; Silber; Kupfer; Platin; Messing; Gold; Zinn; Bley. Nach Herrn Cumming's Versuchen sind sie etwas anders geordnet, wie nachher angezeigt werden soll.

g. Stäbe, 7 Zoll bis 1 Fuß lang und 5 bis 6 Linien ins Gevierte, wirkten alle ziemlich stark; und schon Stäbchen von $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick von Silber, Platin, Kupfer, Zink, zeigten deutliche Wirkung.

h. Alle folgende Versuche waren mit Stäben von Wißmuth von 7 Zoll Länge angestellt, deren Querschnitte die in Fig. 5. unter A bis G angezeigten Ge-

stalten und eine solche Größe hatten, daß sich jeder in einen Kreis von 1 Zoll Durchmesser einschreiben ließ. Die Buchstaben O, W bezeichnen die Abweichung, welche der Nordpol der Magnetnadel von den Stäben nach Ost oder nach West in den Versuchen erlitt, wenn das erwärmte Ende des Stabes unter der Nadel, mit der Seite, an welcher der Buchstabe steht, aufwärts, von N nach S dergestalt lag, daß sich die Axe der Nadel in einerley Vertikalebene mit der Axe des Stabes befand.

i. Beym Vergleiche dieser Wirkungen mit denen, welche ein Oersted'scher Schließungsdraht von demselben Querschnitt auf eine Magnetnadel äußern würde, zeigte sich zwar, wenn, wie in B, C, D und G, die ganze eine Hälfte des Querschnittes auf die verkehrte Weise als die andere wirkt, nichts, was einen thermo-magnetischen Stab von einem elektro-magnetischen unterschiede. Bey Querschnitten der Stäbe dagegen, von Gestalten, wie A, E und F, zeigten sich Eigenthümlichkeiten in den Erscheinungen, wodurch sich die Wirkung der erwärmten Metallstäbe von dem des drehbaren Schließungsdrahtes oder elektrisch-magnetischen Leiters auszeichnet, und dadurch den Namen Thermo-Magnetismus rechtfertigen. Uebrigens bemerkt v. Relin, daß die Erscheinungen an den Stäben A und E den Ansichten entsprechen, welche Prechtl über Oersted's Versuche zuerst aufgestellt habe, und es seyn besonders die Wirkungen an dem runden Stabe E denen des von ihm angegebenen mehraxigen Transversal-Magneten in allen Stücken ähnlich. Dagegen passe diese seine Ansicht wiederum auf keine Weise zu Erklärungen der Erscheinungen an den Stäben B, C, D und G.

k. Aus allen Umständen erhelle, daß das Gefüge der kleinsten Theilchen im Innern der gegossenen Stäbe, mithin die Krystallisation derselben, auf die Bildung, Anzahl, Lage, und Aeußerung gewisser magnetischer Kraftlinien Einfluß gewonnen habe, durch deren Annahme die Erscheinungen bey den Stäben A, E und F genügend erklärt wer-

den könnten. Und in so fern erscheint diese erste Kenntniß über den Thermo-Magnetismus nicht ohne Wichtigkeit, da er uns die ersten Blicke in das noch ganz dunkele Gebiet der Krystall-Elektricität und Krystallbildung zu gewähren schiene.

1. Daß aber die bey der Erwärmung der Metallstangen sich bildenden magnetischen Axen oder Kraftlinien mit der Art und Weise, wie eine solche Metallstange nach dem Gusse erstarret, und in ihren kleinsten Theilchen sich krystallinisch gestaltet, wesentlich zusammenhange, zeigten die Resultate folgender Versuche:

α. es wurden zwey gleich große, 1 Zoll dicke und 7 Zoll lange cylindrische Stäbe aus Wißmuth gegossen, wovon der erste unmittelbar nach dem Gusse mit der Gießflasche in kaltes Wasser geworfen wurde, der andere aber langsam erkaltete. Der erstere bekam an zwey gegenüber liegenden Stellen Risse und eine wulstartige Aufblähung in der Mitte; der letztere blieb in allen Theilen ganz. Der schnell erkaltete Stab war auf der Seite, wo der Einguß geschah, polärisch genau in zwey Hälften getheilt, so daß dieses Einguß-Ende mit der einen Hälfte den Nordpol der Nadel beym Erwärmen nach Ost, beym Erkalten nach West ablenkte; mit der andern Hälfte aber beym Erwärmen nach West, beym Erkalten nach Ost. Das entgegengesetzte, beym Gießen zu unterst befindliche Ende des Stabes hatte dagegen vier ziemlich gleich abgetheilte Regionen, welche den Nordpol der Nadel, die erste z. B. nach Ost, die zweyte angrenzende nach W, die dritte nach O und die vierte wieder nach W, ablenkten.

β. Die beyden Enden des langsam erkalteten Wißmuthstabes stellen E und F vor, und zwar F das obere, am Eingusse befindliche, und E das untere Ende. Das obere ist ebenfalls in zwey jedoch ungleiche Polaritäts-Hälften getheilt, wovon der einen (bey Erwärmung dieses Endes der Ostpartie) etwa 90°, dem andern (der Westpartie) 270° zukamen. Das untere Ende war dagegen 6polig, so daß etwa der stärksten mit W bezeich-

neten Abtheilung 95°, der folgenden Ostpartie 62°, der angrenzenden Westzone 57°, der nächstfolgenden West-Abtheilung 48°; der folgenden östlich-wirkenden 42° und der 6ten Ostzone 56° angehörten.

γ. Von beyden Stangen erkaltete jederzeit das obere Ende am Eingusse, wo es der Luft am längsten ausgesetzt war und das Metall weniger compakt ist, zuerst, und das untere langsamer. An dem untern ist daher das Gefüge der kleinsten Theilchen ausgebildeter und regelmäßiger geordnet. Beyde Stangen haben darum oben die wenigsten, unten die meisten Pole, und die schnell erkaltete hat deren nur vier, die langsamer abgekühlte sechs.

δ Die Wirkungen sind ihrer Stärke nach, der Größe der Zonen ziemlich proportional, so daß z. B. die 270° einnehmende, bey weitem stärker auf die Nadel wirkt, als die nur 90° ausgedehnte.

Auch hatten sich mehrere Holländische Physiker, die Herren van Beeck, Moll und General-Major Baron van Zuylen van Nyevelt, vereinigt, mehrere Versuche über den Thermo-Magnetismus anzustellen, welche zum Theil die bereits angeführten bestätigen, zum Theil unter einem neuen Gesichtspunkte hervorgegangen sind, und besonders zur Aufhellung dieses neuen Gegenstandes geeignet sind *).

Auf ein viereckiges Stäbchen Antimon, 2 Decimeter (7½ Zoll) lang und 13 Millimeter (5½ Linien) breit, wurde ein Streifen Kupfer von gleicher Breite und etwas größerer Länge, der viermal rechtwinklicht gebogen war, an den beyden Enden mit Bändern von dem nämlichen Metalle so befestigt, daß der mittlere Theil mit den Antimon-Stäbchen parallel ging; der ganze Apparat wurde hiernächst horizontal gestellt, so daß die Axe des Antimon-Stäbchens sich in dem magnetischen Mittagskreise befand, und zwischen die beyden Metalle auf dem Antimon-Stäbchen eine kleine Boussole gebracht, deren Magnetnadel

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 433 f.

5 Centimeter (1, 8 Zoll) lang war, und folglich jetzt den Kupferstreifen über sich hatte. Wurde nun das nördliche Ende des Apparats mit einer Weingeistlampe erhitzt, so zeigte sich, so bald die Flamme den Metallen Wärme mitzutheilen anfieng, in der Nadel eine ziemlich starke westliche Ablenkung, welcher bey weiterer Erwärmung bald ihr Maximum (68°) erreichte, und dann wieder abnahm, welches letztere erfolgte, so bald das Stäbchen über die Hälfte merkbar erhitzt war, und mithin nun eine gleichmäßig erhöhete Temperatur zu bekommen anfieng. Wurde die Boussole nicht zwischen die beyden Metalle, sondern auf den Kupferstreifen gesetzt, so zeigte bey gleichem Verfahren die Magnetnadel eine östliche Ablenkung, deren Maximum nur 34° betrug. Auch war die Ablenkung zwischen den beyden Metallen östlich, und stieg in ihrem Maximum bis auf 68°, wenn das Südende des Apparats erhitzt wurde.

Als mit dem Antimonstäbchen, statt des Kupferstreifens auf dieselbe Art Streifen von Zink oder Zinn verbunden wurden, entstand in der zwischen die beyden Metalle auf das Antimon gestellten Boussole westliche Ablenkung bey nördlicher, und östliche Ablenkung bey südlicher Erwärmung des Apparats.

Es wurden ferner ein dünner Streifen Kupfer und ein Streifen Zink, jeder 32 Centimeter (12 Zoll) lang und 15 Millimeter (6½‴) breit an ihren beyden Enden mittelst kleiner kupferner Nägel auf einander befestigt, nachdem sie so gebogen waren, wie fig. 6 zeigt; dieser Apparat wurde horizontal in den magnetischen Mittagskreis gestellt, und die Boussole zwischen die beyden Metalle auf den Kupferstreifen gesetzt, so daß der Zink sich über der Magnetnadel befand. Bey nördlicher Erwärmung der vereinigten Metalle über einer Weingeistlampe erfolgte eine östliche, bey südlicher Erwärmung aber eine westliche Ablenkung der Nadel. Bey diesen, so wie bey den übrigen folgenden Versuchen, war die Ablenkung entgegengesetzt, wenn entweder die Boussole oben auf den

Apparat gestellt, oder die entgegengesetzte Seite des Apparats erhitzt wurde.

Zwey eben so mit einander verbundene Zink- und Silber-Streifen bewirkten, wenn die Boussole zwischen den beyden Metallen auf dem Zink und unter dem Silber stand, bey nördlicher Erwärmung eine östliche, bey südlicher Erwärmung eine westliche Ablenkung der Nadel.

Daß der bloße Unterschied der Temperatur der Theile der verbundenen Metalle die wahre Ursache dieser sonderbaren Erscheinung sey, wurde besonders durch folgenden Versuch erwiesen: Der in dem ersten Versuche beschriebene Apparat aus Antimon und Kupfer wurde an dem einen Ende in die warme Hand genommen, und mit dem andern Ende in eine erkaltende Mischung verschiedener Salze getaucht, welche die Temperatur bis 26° Fahr. herabbrachte. Es erfolgten dieselben Erscheinungen wie zuvor mittelst der Weingeistlampe; die Magnetnadel zeigte eine östliche Abweichung, wenn, während das Kupfer über ihr war, das nach Norden gerichtete Ende der Streifen erkältet wurde.

Herr Becquerel *) gebrauchte bey seinen thermoelektrischen Versuchen sehr feine Metalldrähte, um die erhöheten Temperaturen desto leichter hervorzubringen. Vorzüglich war ihm auch darum zu thun, die Einwirkung des thermo-elektrischen Umlaufs auf die Magnetnadel recht anschaulich zu machen. Er verfertigte sich daher aus Messingdrähten, reinem Kupferdraht, Platindraht und Silberdraht Multiplikatoren, und drehete die beyden Enden der Drähte von diesen Multiplikatoren in Spiralen auf, um auf eine größere Anzahl von Punkten einwirken zu können, während der Durchmesser der Drähte ohngefähr ein halbes Millimeter ausmacht. Wurde nun die eine dieser Spiralen in der

*) Annales de chimie et de physique. B. XXIII. S. 135. übers. in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXIX. S. 453 ff.

Flamme einer Spirituslampe rothglühend gemacht, und sie alsdann der andern, welche in gewöhnlicher Temperatur sich befand, genähert und in Berührung gebracht, so erfolgte sogleich eine Ablenkung der Magnetnadel von ihrer Richtung; trennte er hierauf die beyden Spiralen und erneuerte den Contact am Ende jeder Oscillation, so konnte er auf diese Art sehr große Abweichungen der Magnetnadel erhalten. Der elektrische Strom durchläuft den Kreis von dem nicht roth glühenden Ende zu dem, welches glüht; d. h. die positive Elektricität geht von dem erstern aus. Nach Becquerel beweisen also diese Versuche, daß zwey Theile ein und desselben Metalles, wenn sie unter sich eine hinreichende Temperaturverschiedenheit erhalten haben, durch ihren gegenseitigen Contact entgegengesetzte elektrische Zustände annehmen. Diese elektrische Differenz ist aber bey den einzelnen Metallen verschieden; z. B. beym Platina muß eine der Spiralen bis zum Kirschrothglühen erhitzt werden, und die andere in gewöhnlicher Temperatur bleiben; beym Kupfer ist es nicht nöthig die Temperatur so weit zu erhöhen, die Entwickelung der Elektricität findet oft schon beym anfangenden Rothglühen statt. Um gehörige Temperaturverschiedenheiten zu erhalten ist es gut, zwey Drahtenden von ungleichem Durchmesser zu gebrauchen, vorzüglich bey Platina.

Ob es nun gleich ausgemacht ist, daß, wenn man die beyden Enden eines Drahts vereiniget und jedem von ihnen den hinreichenden Wärmegrad giebt, um beyde in einen entgegengesetzten elektrischen Zustand zu versetzen, man einen anhaltenden elektrischen Strom erhält; so ist nach den Versuchen des Herrn Becquerel diese Aufgabe bey allen metallischen Substanzen doch nicht leicht zu lösen. Man vereinige nämlich die beyden Enden eines Kupferdrahtes durch zwey an ihren Spitzen angebrachte Häkchen, und halte dieselben in die Alkoholflamme bis sie gleichmäßig rothglühend werden, so

wird keine elektrische Wirkung entstehen. Wenn dagegen ein Theil des Drahtes rechts oder links von den Vereinigungspunkten rothglühend gemacht wird, so wird in kurzer Zeit in der ganzen Länge des Drahtes ein elektrischer Strom entstehn, welcher von dem Ende, dessen Temperatur weniger erhöhet war, zu dem andern geht. Dieser Strom scheint, so wie die Temperatur des Drahtes erhöhet wird, zuzunehmen, und es tritt ein Augenblick ein, wo die Magnetnadel eine Abweichung von wenigstens 50 bis 60° zeigt.

Um die Aenderung der Richtung des Stromes wahrzunehmen, macht man anfangs einen Theil des Drahtes in einer kleinen Entfernung von den Vereinigungspunkten der beyden Spitzen rothglühend, und bringt nach und nach die Flamme bis zu diesen Punkten, und zuletzt auch darüber hinaus. Bey dieser Operation vermehrt sich der elektrische Strom unaufhörlich, nimmt dann ab, wird Null, und beginnt wieder in umgekehrter Richtung.

Alle diese Wirkungen erfolgen nur, wenn die Temperatur der nahe an der Verbindung beyder Enden gelegenen Punkte hinreichend erhöht wird; denn in einer weitern Entfernung hört der elektrische Strom auf bemerkbar zu werden, ob es gleich auch im letztern Falle Mittel giebt, denselben hervortreten zu lassen, wovon nachher.

Nahm Becquerel statt des Kupferdrahtes Platindraht von einem halben Millimeter im Durchmesser, und verband die beyden Enden desselben eben so, wie beym Kupferdraht, mittelst ein Paar Häkchen, brachte hiernächst die Temperatur der an ihre Verbindung angrenzenden Punkte bis zum Rothglühen, jedoch mit der Vorsicht, nur auf einer Seite links oder rechts zu erhitzen; so war kein merklicher elektrischer Strom wahrzunehmen. Der zusammenhangende Platindraht verhielt sich also hier nicht wie der Kupferdraht, der unter denselben Umständen auf die Magnetnadel wirkte. Wie

der Kupferdraht verhielt sich auch beynahe der Stahldraht; denn bey diesen beyden Metallen trat der elektrische Strom schon unter der Rothglühehitze hervor. Herr Becquerel setzt die angeführte Wirkung des Platindrahtes in die verschiedene Einwirkung der Wärme auf den Platin- und Kupferdraht. Der Platindraht erfordert nämlich einen höhern Wärmegrad, zur Erregung eines elektrischen Stroms, als der Kupferdraht; wird also ein Theil des Platindrahtes in der Nähe der Verbindung beyder Enden durch eine Spiritüslampe erhitzt, so ist die Temperaturverschiedenheit an beyden Enden weit geringer, als wenn das eine rothglühend gemacht worden und das andere in gewöhnlicher Temperatur geblieben wäre, welches aber eine nothwendige Bedingung zur Entwickelung der Elektricität ist. Wenn man dagegen an den dem Feuer zunächst liegenden Theil einen kalten und gut die Wärme leitenden Körper legt z. B. ein Stück irgend eines Metalles: so wird dadurch eine plötzliche Erkältung bewirkt und der Versuch zeigt, daß nun ein elektrischer Strom entsteht. Beym Kupfer und Stahl aber scheint eine geringere Temperaturverschiedenheit zur Entwickelung der Elektricität erforderlich zu seyn. Herr Becquerel konnte bey den möglichst größten Vorsichten keinen andern Grund zur Entwickelung eines elektrischen Stroms durch Wärme in den Metallen auffinden, als einzig und allein durch eine Temperaturverschiedenheit an den beyden vereinigten Enden derselben.

Nun suchte auch Herr Becquerel, so wie dies zuerst die Herren Fourier und Oersted mittelst des Zusammenlöthens mehrerer Stäbe aus zwey verschiedenen Metallen gethan hatten, einen zusammengesetzten Umlauf aus einem einzigen Metalle zu construiren, welcher ähnliche Erscheinungen wie bey einer Volta'schen Säule darstellt. Die Einrichtung einer solchen aus Kupferdrähten gebildeten elektrischen Säule ist nach Becquerel folgende: Man befestige zwey Glasröhren (Fig. 7.)

AB und A'B' in paralleler Richtung auf vier vertikalen Glasfüßen; drehe einen Draht αb um A'B' so, daß zwey Enden αc und cb auf beyden Seiten vorragen; das Ende von cb biege man zu einem kleinen Haken, und hänge daran einen zweyten jenem ersten gleichen Kupferdraht, den man eben so um AB aufwickelt; dieser habe bey e ein Häkchen; und so kann man die Verbindung der Drähte so oft fortsetzen, als man Glieder einer Volta'schen Batterie haben will. Nun stelle man abwechselnd links und rechts von den Vereinigungspunkten Alkohollämpchen, und es wird bald eine solche Entwickelung der Elektricität eintreten, als zur Bildung einer Säule nöthig ist, und wenn sonst nichts im Wege ist, wird die Vertheilung dieses Fluidums eben so seyn, als sie Volta entdeckte. Hiernach würde man also bey Anwendung von drey Drähten, wenn man die auf jeder Seite der Vereinigungspunkte zu Folge einer bestimmten Temperaturverschiedenheit, entwickelten Elektricitäten durch + 1 und — 1 ausdruckt, folgendes Resultat erhalten:

1.	Draht	2;
2.	—	0;
3.	—	3;

Bey der Verbindung von vier Drähten würde man haben

1.	Draht	— 3;
2.	erste Hälfte	— 1;
	zweyte —	0;
3.	erste Hälfte	9;
	zweyte —	+ 1;
4.		+ 3; u. s. f.

Damit aber eine solche Vertheilung der Elektricität erfolge, wäre es nöthig, daß die Temperaturverschiedenheit der beyden vereinigten Enden beständig wäre und ein bestimmtes Maximum erreichte. Allein so ist es nicht, vorzüglich wenn die Drähte etwas dick sind; denn derjenige Theil, welcher nicht in die Flamme ge-

halten wird, aber doch ihr sehr nahe ist, erhitzt sich nach und nach, und erhält zuletzt eine Temperatur, die nicht mehr so verschieden von derjenigen ist, welche der der Flamme unmittelbar ausgesetzte Theil erhält, mithin nach und nach die Elektricitätsentwickelung schwächer werden muß. Dies ist eine Ursache, welche es hindert, daß eine Verbindung von Kupferdrähten eine solche Vermehrung der elektrischen Wirkungen hervorbringen kann, wie bey einer Volta'schen Säule eintritt; gleichwol nimmt man eine deutliche Vermehrung in der Stärke des elektrischen Stroms wahr, wenn die beyden Enden mit denen des Multiplikators in Verbindung gebracht werden.

Wurde diese Batterie mit Platindrähten von verschiedener Stärke verfertigt, so mußte man wechselsweise ein dickes und ein dünnes Ende verbinden. Drey Verbindungen solcher Drähte, welche $\frac{3}{4}$ und $\frac{1}{5}$ Millimeter im Durchmesser hatten, bewirkten an der Magnetnadel des Multiplikators eine Abweichung von 10°.

Nach Becquerel reicht schon ein einziger Platindraht hin, eine elektrische Batterie damit zu construiren; man darf nämlich nur jedes Ende eines solchen Platindrahtes mit den Enden des Multiplikatordrahtes verbinden, dann irgend einen Theil desselben rothglühend machen, und ein Stück kaltes Metall daran bringen, um eine plötzliche Kälte auf einer Seite hervorzubringen. Würde man daher den Platindraht an mehreren Orten rothglühend machen, und auf eine zweckmäßige Art Erkältungsmittel anwenden, so würde man auch die Stärke des elektrischen Stromes vermehren. Indessen bemerket Herr Becquerel ganz richtig, daß diese Art elektrischer Säulen im Großen schwerlich benutzt werden könnten, weil es mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden sey, hinreichende Temperaturverschiedenheit bey dem in die Flamme gehaltenen und dem anliegenden Theile hervorzubringen.

Herr Cumming *) in England hat ebenfalls mehrere Versuche über den Thermo-magnetismus angestellt, und dadurch bestätigt, daß alle Metalle, selbst Quecksilber nicht ausgenommen, eine Ablenkung der Magnetnadel bewirken, wenn die entgegengesetzten Enden verschiedene Temperatur besitzen. Hiebey war es gleichgültig, ob die zusammengesetzten Drähte durch Löthung, Vernietung oder bloße Berührung vereint waren. Nach mehreren Versuchen war die Reihenfolge der Leiter nach ihrer thermo-elektrischen Wirksamkeit folgende:

1. Bleyglanz
2. Wißmuth
3. Quecksilber, Nickel
4. Platin
5. Palladium
6. Kobalt, Mangan
7. Zinn
8. Bley
9. Messing
10. Rhodium
11. Gold
12. Kupfer
13. Iridium und Osmium
14. Silber
15. Zink
16. Kohle, Graphit
17. Eisen
18. Arsenik
19. Antimon.

Ein Wißmuthstab 4,5″ lang, 0,5″ breit und $\frac{1}{8}$″ dick erzeugte beym Schmelzpunkte des Wißmuths eine positive Ablenkung von 21°, während die Magnetnadel 4,5″ lang war; bey 180° und 100° Fahrenh. waren die Ablenkungen respect. 12° und 5°, wobey das kühlere Ende die Temperatur von 60° hatte. Ein ähnlicher Antimonstab erzeugte bey der stärksten Hitze einer Weingeistlampe eine negative Ablenkung von 19°. Erhielt man das eine Ende dieser Stäbe in der constanten Temperatur von 60° Fahr. und ließ auf dem andern einige Tropfen Aether verdunsten, so wurde ebenfalls die Magnetnadel aber in entgegengesetzter Richtung aus dem Meridian abgelenkt. Ein Palla-

*) Annals of Philosophy. Juny 1823. S. 427-429. übers. in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XL. S. 312 ff.

tinstreifen, der 35 Gran wog, an welchem Silberdraht befestigt war, wurde an einem Ende bis zum Rothglühen erwärmt, er erzeugte bey einer kleinen Magnetnadel eine positive Ablenkung von 70°, mit Platindrähten eine negative von 10°. Ein ähnlicher Platinstreifen erzeugte mit Silberdrähten eine positive Ablenkung von 65°, mit Platindrähten eine negative von 4°. Ein Zinkstab mit Kupferdraht gab eine negative Ablenkung von 45°; derselbe Stab mit Zinkdrähten gab eine Ablenkung von 2°; mit Silberdraht eine Ablenkung von 2° und mit Eisendrähten eine Ablenkung von 3°; alle positiv; aber mit Platindrähten eine negative Ablenkung von 50°. Ein Kupferstab mit Zinkdraht gab eine Ablenkung von 20°, mit Kupferdraht eine von 10° und mit Silber eine von 30°, alle positiv; aber mit Platindraht eine negative von 18°. Ein kleiner Silberstab gab mit Silberdraht eine positive Ablenkung von 20°, aber mit Platindraht eine negative von 50°, beyde beym Rothglühen. Ein Messingdraht gab mit Platindraht eine negative Ablenkung von 10°, mit Silberdraht eine positive von 20°, mit Messingdraht eine positive von 15°, mit Zinkdraht eine positive von 25°. Ein Eisenstab mit Messingdraht erzeugte bey der Hitze von zwey Lampen eine negative Ablenkung von 45°; eben so entstand bey Platindraht eine negative Ablenkung. Zwey zusammengesetzte Drähte, von welchen jeder aus einem Platina- und Silberdraht bestand, die an ihrem Ende zusammengelöthet waren, wurden eingenietet in einen kupfernen Stab; waren die Silberenden an den Stab genietet, so war die Ablenkung positiv; waren es die Platinenden, so war sie negativ; wurden aber die Platinenden bis zu einem halben Zoll verkürzt, so wurde die Ablenkung wieder positiv. Quecksilber in eine 8 Zoll lange, und 0,5 Zoll im Durchmesser haltende Röhre eingeschlossen gab bey der Temperatur 170° und 115° Fahr. die correspondirenden Ablenkungen 8° und 3°

an der kleinen Magnetnadel. Ein doppelter Stab von 8″ Länge, welcher dadurch zusammengesetzt wurde, daß man in der Mitte einen Wißmuth- und Antimonstab zusammenlöthete, wurde an beyden Enden erhitzt, und in der Mitte bey der Temperatur von 60° Fahr. erhalten; hier fand beym Schmelzpunkte des Wißmuths eine positive Ablenkung von 36° an der größten Magnetnadel statt. Eine Mischung von Wißmuth und Antimon erzeugte eine negative Ablenkung der größern Nadel von 3°; verstärkte man die Hitze, so kehrte sie zu Null zurück und beym Schmelzpunkte des Stabes wurde sie 4° positiv. Ein Wißmuthstab von 6 Zoll Länge wurde in zwey Stücke von 2″ und 4″ Länge zerschnitten, diese Stücke wurden dann wieder mit einem dünnen dazwischen befindlichen Kupferbleche zusammengelöthet; wurde er nun bey (Fig. 8.) A oder C erwärmet, so war die Ablenkung positiv; bey B oder D dagegen fand die entgegengesetzte statt; ehe aber der Stab zerschnitten war, so waren die Ablenkungen alle von einerley Art, der Stab mochte in A, B oder C erwärmt worden seyn. An einen Wißmuthstab wurden in verschiedenen Theilen seiner Länge Dråhte gelöthet; waren die eingeschlossenen Theile abwechselnd heiß und kalt, so zeigte der Stab eben so viele Pole, als Dråhte vorhanden waren. Zwey Stäbe, deren Ablenkungen respective 20° und 16° waren, erzeugten, nachdem die heißen Enden verbunden worden waren, eine Ablenkung von 23°; die Ablenkung war nicht so groß, wenn die heißen und kalten Enden verbunden waren. Eine Batterie von acht Stäben erzeugte eine Vermehrung der Kraft, doch war diese Vermehrung nicht sehr beträchtlich. Ein Stab, der mit 4′ Kupferdraht von $\frac{1}{21}$″ Durchmesser eine Ablenkung von 20° zeigte, gab mit 8, 16 und 32′ von demselben Drahte correspondirende Ablenkungen von $15\frac{1}{2}$°, 10 und 7°. Mit 8 Fuß Kupferdraht von $\frac{1}{37}$″ Durchmesser war die Ablenkung $6\frac{1}{2}$°, mit derselben Länge von Platindraht

von 0,01″ Durchmesser, betrug die Ablenkung nicht mehr als ½°. Mit 4 Fuß Kupferdraht und $\frac{1}{12}$″ Durchmesser war die Ablenkung 21°; sie wurde nicht verstärkt, wenn man zwey solche Dráhte anwandte. Bey allen diesen Versuchen war die Ablenkung an jedem Theile der Stäbe sowol als der Dráhte von derselben Art. Man bemerkte keinen Unterschied in der Wirkung, die Stäbe mochten nach dem Schmelzen langsam oder schnell abgekühlet worden seyn. Eben so wenig wurden die Wirkungen bedeutend verstärkt, wenn man die Dimensionen der Stäbe oder der sich berührenden Oberflächen vergrößerte. Ein Turmalin, welcher durch die Erwärmung die entgegengesetzten Elektricitäten sehr stark zeigte, erzeugte keine Ablenkung der Magnetnadel, wenn um seine Enden Silberdrähte gewunden und diese mit dem Multiplikator verbunden wurden.

Zu einer Vergleichung zwischen den durch Wärme und durch den gewöhnlichen Proceß erzeugten elektromagnetischen Wirkungen diente folgender Versuch: Zink- und Kupferstäbe, jeder von 0,7 Zoll Durchmesser und beyde 0,4 Zoll von einander entfernt, wurden in ein Fluidum gesetzt, das aus gleichen Theilen Salzsäure und Wasser bestand; sie erzeugten an der größten Nadel eine Ablenkung von 27°; Stäbe von 0,3 Zoll Durchmesser und 0,3 Zoll von einander entfernt, erzeugten an der kleinen Nadel eine Ablenkung von 40°.

Bey Abänderungen der Versuche fand er einige merkwürdige anomale Erscheinungen. Ist einer von den Drähten aus Eisen, und werden sie an einer Weingeistlampe erhitzt, so erreicht in manchen Fällen die Ablenkung allmählig ein Maximum, kehrt dann zurück und nimmt beym Rothglühen eine entgegengesetzte Richtung an. Diese Erscheinungen fanden statt, wenn Eisen mit Silber, Kupfer, Gold, Zink und Messing verbunden wurden, aber nicht bey Platin oder Bley; eben so wenig wurden sie in andern Fällen bemerkt, wo keiner von den Drähten Eisen war.

Ablenkungen.

	positiv.	negativ.
Eisen mit Silber	-- 10°	8° beym Rothglühen
Kupfer	-- 13°	7° ditto
Gold	-- 7°	4° ditto
Messing	-- 17°	3° ditto
Zink	-- 7°	3° schmelzendes Zink

Wurde der Versuch so angestellt, daß man die vorher nicht verbundenen Dráhte in siedendes Quecksilber tauchte, so hieng die Ablenkung im ersten Augenblicke in manchen Fällen von der Folge ab, in welcher sie eingetaucht wurden. Diese Erscheinung hatte Cumming besonders beobachtet, wenn einer von den Dráhten Kupfer, Zink oder Messing war. Die Resultate waren folgende:

Kupfer mit Gold { Kupfer zuletzt; negativ, dann langsam positiv
Gold zuletzt; positiv

Silber { Kupfer zuletzt; negativ
Silber zuletzt; positiv, dann negativ

Messing { Kupfer zuletzt; wenig negativ, dann positiv
Messing zuletzt; positiv

Kupfer mit Platin oder Zinn war in beyden Fällen positiv, mit Eisen negativ

Zink mit Silber { Zink zuletzt; negativ, dann positiv
Silber zuletzt; positiv

Eisen { Zink zuletzt; negativ
Eisen zuletzt; positiv, dann negativ

Graphit { Zink zuletzt; negativ
Graphit zuletzt; stark positiv, dann negativ

Gold { Zink zuletzt; negativ, dann positiv
Gold zuletzt; positiv

Messing { Zink zuletzt; wenig negativ, dann positiv
Messing zuletzt; positiv.

Zink mit Platin oder Zinn war in beyden Fällen positiv

Messing mit Gold { Messing zuletzt; negativ
Gold zuletzt; wenig positiv, dann negativ

Silber { Messing zuletzt; negativ
Silber zuletzt; wenig positiv, dann negativ

Zinn { Messing zuletzt; sehr schwach, dann positiv
Zinn zuletzt; positiv.

Messing war in beyden Fällen positiv mit Platin, und negativ mit Eisen.

Da die Temperaturungleichheit zwischen den verschiedenen Theilen eines metallischen Bogens hinreicht, einen elektrischen Strom darin zu Stande zu bringen, welcher einen entscheidenden Einfluß auf die Magnetnadel äußert, so konnte in Hr. Cumming der Gedanke sehr leicht rege werden, daß ein solcher metallischer leicht beweglicher Bogen durch Gegenwirkung eines innerhalb oder außerhalb desselben angebrachten Magneten mittelst Verschiedenheit der Temperatur in eine rotirende Bewegung gerathen würde. Zu diesem Behuf gab Herr Cumming einen Apparat an, welcher in einigen einzelnen Theilen von Herrn Marsh ist abgeändert worden, um diese Erscheinung in die Augen fallender zu machen. Nach der Beschreibung des Herrn Biot *) ist dieser Apparat folgender: (Fig. 9) AAA′A″ ist ein Rechteck, von welchem die drey Seiten A′AAA″ aus Silberdrähten bestehen; die vierte Seite A′PPA″ ist aus einem Platindraht gebildet, welcher in der Mitte ringförmig zusammengebogen ist, um den mittleren Schaft T.T′ durchzulassen, der an seinem obern Ende eine Agatschale trägt, in welcher die Spitze Q ruhet, die dem ganzen Apparat als Zapfen dienet, so daß er sich isolirt befindet und sehr leicht um den Punkt Q drehen kann. Ferner ist NS ein langer Magnetstab, der vertical, aber nur in sehr geringer Entfernung außerhalb des Kreises, den die verticalen Arme des Rechteckes beschreiben, angebracht wird. Man nehme nun an, um von einer festen Vorstellung auszugehen, das obere Ende dieses Magnetstabes, welches sich zunächst dem Rechtecke befindet, sey der Nordpol desselben. Stellt man nun nahe an den Stab eine Alkohollampe, welche die Wärme zuerst an A′ gelangen läßt, so geräth der Apparat in eine Drehung nach der linken Seite des Stabes und setzt diese sehr rasch und gleichmäßig fort, so lange man die Lampe an dieser Stelle läßt. Wird die Lampe

*) Lehrbuch der Experimental-Physik, aus d. Franz. übers. von M. Fechner. B. III. Leipz. 1825. 8. S. 182 f.

dem Stabe gerade entgegengesetzt, und also unter den Arm des Rechtecks gestellt, wo sich Anfangs A″ befindet, so geht die Bewegung noch mit gleicher Schnelligkeit aber nach entgegengesetzter Richtung vor sich.

Nach Biot reicht zur Erklärung dieser Erscheinungen hin, anzunehmen, daß bey Erhitzung der Stelle, wo das Silber und das Platin zusammengelöthet sind, das Silber positiv, das Platin negativ elektrisch wird. Wenn dann durch die fortdauernde Wirkung einer solchen Berührung ein elektrischer Strom entsteht, so müssen alle Wirkungen, die er auf seinem Wege auszuüben vermag, sich eben so verhalten, als wenn das Silber A A′, welches dem Berührungspunkte zunächst befindlich ist, vom Zinkpol Z eines gewöhnlichen Volta'schen Apparats herkäme, während sich das Platin A′ A″ zum Kupferpol E′ begäbe. So wie also die Löthstelle A′ durch eine darunter gestellte Lampe erhitzt wird, wird der Arm A′A magnetisch, als wäre er ein einfacher Verbindungsdraht Z A A′ E; und die Gegenwirkung des Pols N des Stabes auf den Arm A′ A muß diesen mithin nach links von N S treiben. Wenn das Rechteck unveränderlich auf dieselbe Art magnetisirt bliebe, so würde die Wirkung, die der Pol N solcher Gestalt auf dasselbe ausübt, nicht vermögend seyn, es in Drehung zu versetzen, weil er sich außerhalb des Kreises befindet, den es zu beschreiben vermag; so wie aber der Arm A A′ sich nicht mehr über der Lampe befindet, mindert sich der Temperaturunterschied, und zugleich wird der Kreislauf des dadurch hervorgebrachten elektrischen Stromes schwächer, so daß die Bewegung des Rechtecks zum Theil nur noch in Folge der Geschwindigkeit, die es durch den ersten Impuls erlangt hat, fort geht. Ist nun die Beweglichkeit des Apparats, vermöge der Art, wie seine Aufhängung bewerkstelliget ist, so groß, daß diese Geschwindigkeit hinreicht, ihn einen völligen Halbkreis beschreiben zu lassen, so daß der entgegengesetzte Arm A″ A über die Lampe kommt, so erzeugt die Wirkung derselben sogleich wieder einen Strom der nämlichen Richtung als

im ersten Augenblick, wovon ein neuer Impuls des Rechtecks nach der linken Seite von NS und mithin eine Rückkehr des Armes AA', darauf eine abermalige Wiederkehr des Armes A''A die Folge ist, u. s. f. woraus eine gleichförmige Drehung hervorgeht, die man dadurch beschleunigen kann, daß man die Zahl der Arme des Rechtecks so wie die der Pole, welche man darauf wirken läßt, vermehrt, gemäß der Richtung, welche der elektrische Strom beym Hindurchgehen durch sie nimmt.

Wenn man der Lampe die diametral entgegengesetzte Stellung giebt, indem man sie unter den, vom Magnet entferntesten, Arm AA'' setzt, so finden ganz die vorigen Schlußfolgen ihre Anwendung; nur ist die Richtung des elektrischen Stroms, oder vielmehr die, der dadurch hervorgerufenen, Magnetisirung dann in Bezug zum Magneten NS die umgekehrte; die Drehung muß also auch hier noch eintreten, nur in entgegengesetzter Richtung als im vorigen Fall, wie auch die Beobachtung zeigt.

Um aber auch zu zeigen, wie groß die Analogie ist, welche zwischen der durch Wärme und der durch galvanische Action erregten Elektricität statt findet, construirte auch Cumming einen Apparat, welchen die Fig. 10. vorstelle, und der die Rotation eines Drahtes um einen Magnetstab zeigt. Seine Empfindlichkeit ist so groß, daß, wenn er durch die Thermo-Elektricität eines Silber- und Platindrahtes in Bewegung gesetzt wird, von welchem jeder $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hat, er sich in einer Minute zwischen 30 und 40 mal herumdrehet. Gebraucht man statt dieser Drähte ein Paar galvanische Platten von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, so ist die Drehung noch schneller.

AB ist ein cylindrischer Magnet; abcd eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre, welche oben an dem Magnetstabe befestigt ist; CDEF ein Messingdraht, welcher auf einer durch I gehenden Nadelspitze schwebt,

und auf einem Agathütchen ruhet, welches auf dem Magnetstabe befestigt ist; CG, FH sind Platindrähte, welche an den Draht CDEF angelöthet sind; KL ein cylindrisches Stück Holz, in welchem sich eine Oeffnung befindet, um den Magnet hindurchzustecken, und eine mit Quecksilber angefüllte kreisförmige Vertiefung, in welcher sich die Spitzen G und H drehen; ef ein Kupferdraht, welcher durch den Boden von LK geht, und mit dem Quecksilber in der Vertiefung verbunden ist; M, Q sind mit Quecksilber gefüllte Gefäße, P, N Drähte, welche von den positiven und negativen Polen des elektrischen Apparats kommen. Der Strom steigt von dem positiven Pole P durch den Magnet bis I, geht durch DG, EH in das Quecksilber in der kreisförmigen Vertiefung hinab, und von dort durch den Kupferdraht ef in das Gefäß M, welches durch den Draht N mit dem negativen Pole verbunden ist.

Auch mit Hülfe des elektrischen Multiplikators konnten die thermo-elektrischen Wirkungen bemerkbar gemacht werden. Die Herren Fourier und Oersted verbanden ein Stück (Fig. 11.) A eines Metalles mit zwey Stücken B eines andern Metalles, so daß ein eingeschlossener Umlauf gebildet wurde, dessen beyde Enden aus einerley Metall bestanden. Nachdem nun Eis auf eine der Löthstellen gelegt, und die Verbindung zwischen den beyden Stücken B mittelst des Drahtes des Multiplikators bewerkstelligt wurde, so fiel zwar die Wirkung auf die Nadel des Instruments in die Augen, aber sie war doch sehr schwach, schwächer z. B. als die Wirkung eines Kupfer- und Silberstücks mit Wasser als flüssigen Leiter. Die ausnehmende Schwäche der thermo-elektrischen Wirkung mittelst des Multiplikators zeigte, daß dieselben thermo-elektrischen Elemente, welche auf die Magnetnadel der Boussole kräftig wirken, wenn die Verbindung mittelst eines kurzen und dicken Leiters statt findet, nur eine sehr geringe Wirkung, selbst auf eine, an einem Faden hän-

gende, und mithin sehr empfindliche, Nadel zeigen, wenn die Verbindung durch einen Leiter von beträchtlicher Länge und Dünne bewerkstelligt wird. Ein hydro-elektrischer Strom, der durch ein Zink- und Silberstück mit Wasser als flüssigen Leiter erregt wird, äußert auf die Nadel des Multiplikators eine, vielleicht hundertmal größere Wirkung, als der thermo-elektrische Strom; und gleichwol ist die Wirkung des erstern auf die Nadel der Boussole fast unmerklich, wenn man auch die Verbindung zwischen den Elementen durch die besten Leiter bewerkstelligt, während der andere die Nadel zur beträchtlichen Abweichung bringt. Alles dies zeigt eine merkwürdige Eigenschaft des thermo-elektrischen Stromes, welche zwar die Theorie voraussehen konnte, aber gleichwol einiger Aufmerksamkeit werth ist; d. h. der thermo-elektrische Strom enthält eine weit größere Menge elektrischer Kraft, als ein hydro-elektrischer Strom von gleicher Größe; auf der andern Seite ist aber die Intensität der Kraft in dem erstern weit schwächer, als in dem letztern. Unter den verschiedenen Wirkungen, welche ein galvanischer Apparat hervorbringt, hängen die einen von der Quantität, die andern von der Intensität der elektrischen Kräfte ab. Schon seit den ersten elektro-magnetischen Versuchen hat man erkannt, daß die Ablenkung der Nadel, welche durch den elektrischen Strom bewirkt wird, sich nach der Quantität, nicht nach der Intensität der elektrischen Kräfte richtet. Daher läßt sich in einer bedeutenden Ablenkung, welche der thermo-elektrische Strom in der Nadel hervorbringt, ein Zeichen der großen Quantität der darin enthaltenen Kraft finden. Auf der andern Seite weiß man, daß ein elektrischer Strom die Leiter um so leichter durchdringt, je größer die Intensität desselben ist. Daher muß der hydro-elektrische Strom, welcher sich durch den Draht des Multiplikators leichter, als der thermo-elektrische, fortpflanzt, von stärkerer Intensität, als letzterer, seyn. Die größere Quantität von elektrischer Kraft, welche man in dem thermo-elektrischen Strom annehmen

muß, wird kein Einwurf gegen diese Behauptung seyn; denn offenbar, wenn ein Strom A von derselben Intensität, aber größerer Quantität als ein anderer Strom B, mit einem Leiter in Verbindung gebracht wird, der nur hinreicht, die Quantität von B hindurchzulassen, wird dieser Leiter einen so großen Theil des Stromes A, als B der Quantität nach gleich ist, durchzulassen vermögen, und wenn man sich A intensiver als B denkt, so wird von jenem noch mehr hindurchgelassen werden.

Auch wurde die Wirkung des zusammengesetzten Umlaufs auf die Nadel des Multiplikators versucht und gefunden, daß sie mit der Zahl der Elemente des Umlaufs beträchtlich zunahm, selbst in Fällen, wo diese Vervielfältigung der Elemente nicht zu der Verstärkung der Wirkung auf die Nadel der Boussole beytrug. Dies Resultat ergab sich aus Versuchen, welche mit sechs, mit dreyzehn und mit zwey und zwanzig Elementen angestellt wurden. Es schien, daß die Intensität der Kräfte im thermo-elektrischen Umlauf mit der Zahl seiner Elemente zunehme, gerade, wie dies der Fall bey der Volta'schen Säule ist. Der Umlauf hatte keine merkbare Wirkung auf die Boussole, wenn die Verbindung durch den Draht des Multiplikators veranstaltet wurde.

Eine andere fast gleichzeitig mit dem Thermo-Magnetismus entdeckte magne-motorische Wirkung ist diejenige, welche durch flüssige Säuren, Basen und Salze mit Hülfe einfacher metallischer Leiter erfolgt. Schon hatte Herr Oersted bemerkt, daß, wenn man in zwey verschiedenen Augenblicken zwey Stücke eines Metalls in eine Säure, welche sie anzugreifen vermag, eintaucht, dasjenige der beyden Stücke, welches zuerst eingetaucht wurde, sich als das positiv elektrische Metall zeigt. Einer von den ersten Physikern, welche sich ausführlich mit Versuchen dieser Art beschäftigten, war der Herr Akademiker Ritter v. Yelin *). Zu diesen seinen Versuchen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIII. S. 365 ff.

brauchte er eine feine Magnetnadel von 16,83 Pariser Linien Länge, und etwa 0,08 Linien dick, welche an beyden Enden zugespitzt und im Schwerpunkte mit einem sehr feinen Messingdrahte versehen war, der einigemal so dicht und fest als möglich um sie herumgewunden an einem Ende eine Linie lang nach auswärts rechtwinklicht mit der Nadelaxe gieng. An diesem Drahtarme hieng die Nadel an einem mittelst etwas Wachs befestigten Faden eines Spinnegewebes, so daß auf diese Art die Nadel sich horizontal ohne Reibung in horizontaler Ebene bewegen konnte. Uebrigens war sie in einem hohlen aus weißem Krystallglase bestehenden Cylinder eingeschlossen, dessen Bodenplatte ein Kartenblatt war, auf welchem mit dem Halbmesser der Magnetnadel ein Paar concentrische Kreise sich befanden. Ein anderer Apparat, dessen er sich bey seinen Versuchen bediente, war ein ganz einfach eingerichteter elektro-magnetischer Multiplikator. Es war nämlich um ein 2 Zoll breites und 1 Zoll dickes, in Form eines doppelten Riegelhakens geschnittenes Birnbaumholzstück am mittleren Theile ein ausgeglüheter $\frac{1}{10}$ Linien dicker kupferner Clavierdraht, 30 bis 40 mal ohne sich zu berühren, jedoch so enge herumgewunden, daß auf 1 Zoll 36 bis 40 Windungen kommen. Die beyden 1 Fuß lang hervorragenden Enden dieses Drahtes waren von oben herab mitten durch das Holz so gezogen, daß beyde Enden unten am Anfang und Ende der Windungen hervorragten. Auf diesen Multiplikator wurde das mit dem eingetheilten Kreise versehene Kartenblatt gelegt, so daß der von 0 bis zu 180° gehende Durchmesser den Windungen parallel war; der Glascylinder mit der darin aufgehangenen Magnetnadel wurde auf das Kartenblatt so gestellt, daß die Nadel höchstens 0,25 Linien von dem Schließungsdrahte abstand. Der zinnerne Schließungsdraht oder Leiter bestand aus einem 5 Linien breiten und etwa 2 Fuß langen Streifen Stanniol, welcher an beyden Enden in 1 Zoll Breite übergieng, um eine größere Eintauchungsfläche zu erhalten. Die zu

den Versuchen gebrauchten Metalle waren 30 Paris. Linien lange, und 3,1 Linien dicke massive Cylinder; nur der Cylinder aus Gold war hohl. Die dabey angewandten Flüssigkeiten waren in cylindrische Gläschen, eine Unze Wasser haltend, enthalten; dabey war aber erforderlich, daß die in die Flüssigkeiten eingetauchten Metallflächen von ihnen jedesmal naß gemacht wurden, welches am besten geschehen konnte, wenn ihnen die Politur etwas benommen wurde.

1. Es wurde das eingetheilte Kartenblatt auf den Stanniolstreifen, der als Schließungsdraht diente, so gelegt, daß der Durchmesser durch 0 und 180° ihn der Länge nach halbirte, und der Glascylinder mit der frey schwebenden Magnetnadel hatte auf dem Kartenblatte eine solche Stellung, daß der nahe unter der frey schwebenden Nadel befindliche Stanniolstreifen genau in dem magnetischen Meridian war.

a. Wurde nun das Unzengläschen mit einer Salzsäure gefüllt, und in sie zuerst das N-Polende des zinnernen Leiters, und sodann das S-Polende, so tief es angeht, eingetaucht, so wich der N-Pol der Nadel gegen Ost aus. Wurde dagegen zuerst das S-Polende und hinterher das N-Polende eingetaucht, so wich der Nordpol der Nadel gegen West aus.

b. Bey reinem Kali erfolgte alles gerade auf umgekehrte Weise.

c. Bey reinem Ammoniak wie in a.

d. Bey reinem Natron eben so wie in a.

e. Bey Salmiakauflösung ebenfalls wie in a.

f. Reines Wasser brachte keine Wirkung hervor; mischte man aber nur den 500sten Theil Schwefelsäure dazu, so zeigte sich bereits deutliche Spur von magnetomotorischer Wirkung.

g. Alle Säuren und Salzauflösungen wirkten in vorbemerkter Art mittelst des bloßen Zinnstreifens mehr oder minder stark auf die Magnetnadel.

Aus diesen Versuchen ergab sich also eine elektromagnetische Wirkung mittelst eines einzigen einfachen metallischen Leiters und einer einzigen Flüssigkeit. Der Herr v. Relin bemerkt, daß, was auch das Wasser dabey für eine Rolle spielen möge, es doch vorzüglich auf die Bestandtheile der im Wasser aufgelöseten Stoffe ankomme, welche mittelst des eingetauchten Metallstreifens die elektrische Thätigkeit bestimmten, indem sie durch die Berührung mit demselben in ihrem statisch-elektrischen, oder vielmehr magnetischen Gleichgewichte gestört, ein flüssiges Säulenelement, oder vielmehr eine flüssige Säule selbst bildeten, wovon in den Versuchen a, c, d, e der als Silberpol sich verhaltende Bestandtheil an dem zuerst eingetauchten Ende des Zinnstreifens polarisch hervortrete, und der dadurch in eine Anwandlung zum Freywerden versetzte andere Bestandtheil sich nothwendig auf entgegengesetzte Weise zum Zinkpol gestalte, und in seinem Bestreben, sich anderwärts mit einem Heterogenen in statisch elektrische Ruhe zu setzen, dem später eingetauchten Ende des metallischen Leiters darbiete, und in ihm als Schließungsdraht dieselbe wirklich herstelle.

2. Es wurde die eingetheilte Bodenplatte mit dem von 0 nach 180° gezogenen Durchmesser auf den vorhin angeführten Multiplikator den Messingdrähten desselben parallel gelegt, die Magnetnadel so nahe als möglich darauf gesetzt, und dieselbe mittelst Drehung des Multiplikator-Gestelles genau auf den Nullpunkt eingerichtet. Hiernächst ergriff man zwey Stücke einerley Metalls, z. B. Zink, eines in die rechte, das andere in die linke Hand, faßte so mit der rechten Hand das erste, mit der linken Hand das linke Drahtende des Multiplikators, und drückte ganz fest den Draht mit dem Metallstücke zusammen, so hatte man solchergestalt einen, für sich selbst im elektrischen statischen Gleichgewichte befindlichen aus Zink-Messing-Zink bestehenden Leiter oder Schließungsbogen. Tauchte man nun zuerst das mit dem Nordpolende des Drahts zusammengehaltene Zinkstück in

Salzsäure, und kurze Zeit nachher das Zinkstück am Südpolende, so wich der Nordpol der Magnetnadel stark gegen Westen aus.

3. Verfuhr man dagegen, unter Anwendung frischer Zinkstücke, dem vorstehenden Versuche gemäß mit concentrirter Salpetersäure, so wich der Nordpol der Nadel sehr rasch und stark nach Osten aus.

4. Wurde zuerst das Zinkende auf der Nordseite in reines Kali getaucht, und später das Südende, so wich der Nordpol der Nadel stark nach Osten aus. Wurden beyde Stäbe unmittelbar nach dieser Wirkung aus der Flüssigkeit gehoben, und, ohne sie zu verwechseln, in freyer Luft so lange gehalten, bis die Nadel zur Ruhe gekommen war, hiernächst zuerst das Südpolende und alsdann das Nordpolende eingetaucht, so ging der Nordpol stark nach Westen. Drehte man nun die Zinkstange in jeder Hand um, und verfuhr, wie oben angezeigt ist, so erfolgte alles eben so. Wurden die Stangen gereinigt, und in beyden Händen verwechselt, so war der Erfolg der nämliche.

5. Statt des flüssigen Kali's wurde reine concentrirte Salzsäure angewendet. Tauchte man das Zinkstück der Südseite zuletzt ein, so ging der Nordpol stark nach Osten. Nun wurden die Zinkstäbe sogleich wieder aus der Flüssigkeit gehoben, und dann, wenn die Nadel zur Ruhe gekommen war, mit dem Zink der Südseite zuerst, und nachher mit dem der Nordseite eingetaucht; — der Nordpol wich abermals nach Osten aus. Nun konnte man mit dem Rechts und Links Eintauchen wechseln, so oft man wollte; der Nordpol wich stets gegen Osten aus. Wurden beyde Stäbe gewaschen und abgetrocknet, ohne jedoch ihre Stelle von Links gegen Rechts zu verwechseln, und umgewendet, so daß das zuvor trocken gebliebene Ende jetzt zum Eintauchen kam; so wich der Nordpol nun entweder wiederum beständig nach Osten aus, man mochte zuerst mit der rechten oder linken Hand eintauchen, oder die Wirkung auf die Nadel

war, wie zuweilen geschah, fast ganz Null. Verwechselte man die Stäbe aus der rechten in die linke Hand, ohne sie umzukehren, und tauchte einen von beyden, welchen man wollte, zuletzt in die Flüssigkeit, so geschah die Abweichung des Nordpols jederzeit nach Westen. Durch abermalige Verwechselung stellten sich die ersten Resultate des Versuchs wieder her. Diese Eigenschaft, durch Verwechselung ihrer Stellen an den beyden Enden des Zwischenleiters, entgegengesetzt polarisch zu wirken (wie + — E und — + E die Magnetnadel richten) behalten die Stäbe noch geraume Zeit hindurch bey. Man kann sie abwaschen, abtrocknen, in der Hand halten, so lange man nur ihr oberes und unteres Ende so beybehält, wie es in dem Versuche genommen war, so dauert die Wechselwirkung einige Zeit hindurch fort. Diese Eigenschaft gehört nach v. Relin den beyden Endstücken des Leiters, aber nicht (oder wenigstens nur in sehr geringem Grade) dem Zwischenleiter, auch nicht der Flüssigkeit an. Denn bringt man die beyden Endstäbe oder Stücke an einen ganz frischen Zwischenleiter, oder taucht sie in ganz frische Säure, so behalten sie dennoch ihre polwechselnde Eigenschaft bey. Dagegen bringe man an den alten Zwischenleiter frische Metallstäbe, und behalte die alte Säure bey, so fangen die Erscheinungen des Versuchs von vorne an.

Alle Metalle, welche durch die Salzsäure magneto-motorisch wirkten, zeigten dieselben Erscheinungen.

Alle Säuren, welche mittelst einer gleichnamig beendeten Schließungskette magneto-motorisch wirkten, brachten dieselben Erscheinungen hervor.

Aus diesem Versuche folgert der Herr v. Relin

6. daß man bey selbigem eine mittelst der Einwirkung der Säuren u. s. vorgegangene elektrisch-magnetische Ladung in den beyden Endgliedern der dreytheiligen Kette deutlich erblicke, und zwar jedes Glied unipolarisch, und gegen das andere auf entgegengesetzte Weise geladen, dergestalt, daß es auch von der Kette getrennt,

seinen Ladungszustand beyzubehalten vermöge. Es ergebe sich also hieraus eine neue einfache, bloß metallische Ladungssäule, und zwar mit trennbaren unipolaren Endgliedern.

Sehr merkwürdige Versuche dieser Art, wurden um dieselbe Zeit von den eben angeführten holländischen Gelehrten ausgeführt. Von dem Herrn General van Zuylen wurden zwey gleich breite Streifen Kupfer und Zink, welche an dem einen Ende mit kleinen kupfernen Nägeln auf einander befestigt, am andern Ende aber nach unten umgebogen, und einige Mal auf einander gerollt waren, und so einen leitenden Bogen vorstellten, mit diesen umgebogenen Enden in ein mit Wasser gefülltes Gefäß eingetaucht und so gestellt, daß der Leitungsbogen im magnetischen Meridian sich befand mit den umgebognen Enden nach Süden gewendet. Nachdem die Boussole zwischen die beyden Metalle auf den Zink und unter das Kupfer gesetzt war, wurde concentrirte Schwefelsäure zu dem Wasser gegossen. In demselben Augenblicke zeigte die Nadel eine starke westliche Abweichung von 87°.

Daß die Erhitzung, welche in dem Wasser durch Eingießung von Schwefelsäure entsteht, nach der Meinung der holländischen Physiker nicht die Ursache dieser Ablenkung seyn konnte, schließen sie daraus, weil sonst die Ablenkung vermöge eines oben angeführten Versuchs in diesem Falle östlich seyn müßte. Ueberdem war schon die Ablenkung der Nadel auf ihr Maximum gekommen, noch ehe das Wasser eine Temperaturerhöhung angenommen hatte. Wurde das entweichende Wasserstoffgas an der Oberfläche des Wassers entzündet, so schien dies Entzünden die Ablenkung der Nadel jedesmal um einige Grad zu vermindern.

Durch weitere Forschungen über diesen neuen Gegenstand wurden diese Physiker zu einigen sonderbaren und ganz unerwarteten Resultaten geführt, welche sich, ihrem Erachten nach, nicht leicht mit irgend einer der bestehen-

den Theorien des Galvanismus und des Magnetismus werden vereinigeu lassen.

Ein Zinkstreifen, 5 Centimeter (1,8 Zoll) breit, wurde in einen Bogen gekrümmt, hiernächst mit seinen beyden vereinigten, nach unten umgebogenen und aufeinander gerollten Enden nach Süden im magnetischen Meridian gestellt, und das umgerollte Ende in kaltes Wasser getaucht. Nachdem die Boussole zwischen den Bogen auf den untern Schenkel des Streifens gesetzt war, wurde concentrirte Schwefelsäure zu dem Wasser gegossen. Augenblicklich zeigte die Magnetnadel eine außerordentliche Unruhe, als würde sie durch mehrere entgegengesetzte Kräfte sollicitirt; Anfangs war dennoch die Ablenkung östlich, sie wurde aber nachher durch Beyfügung von etwas Schwefelsäure wieder westlich. Als aber das eingetauchte Ende des Apparats mit einem Streifen von demselben Metalle berührt wurde, änderte sich zu ihrem Erstaunen die Ablenkung plötzlich und wurde wieder östlich. Berührung des eingetauchten Endes mit einem Streifen Kupfer oder Antimonium, vermehrte dagegen die westliche Ablenkung bedeutend, und es gelang ihnen durch wiederholtes Berühren auf diese Weise, die Nadel gänzlich auf ihre Spitze herumzuführen.

Wurde zu reinem Wasser, in welchem das aufgerollte nach Süden gerichtete Ende dieses Apparats eingetaucht war, concentrirte Salpetersäure gegossen, so erfolgte keine Ablenkung in der Magnetnadel; wenn sie aber alsdann das eingetauchte Ende mit einem Kupferstreifen berührten, so entstand in der Nadel eine starke westliche Ablenkung.

Als diese Versuche mit einem ganz gleichen Apparate aus Kupfer wiederholt wurde, blieb die Nadel ohne Ablenkung, sie mochten zu dem Wasser concentrirte Schwefelsäure oder concentrirte Salpetersäure gießen. Wurde aber darauf das eingetauchte Ende des Apparats mit Zink berührt, so zeigte sich im ersten Falle beym Gebrauch der Schwefelsäure eine östliche und bey der An-

wendung von Schwefelsäure eine starke westliche Ablenkung der Nadel.

Ein eben so bereiteter und eben so gebogener Streifen Zink wurde mit seinen Enden nicht zusammengerollt, sondern, ohne daß sich beyde berührten, in Wasser getaucht, in welchem ein Thermometer auf 64° Fahr. stand. Darauf wurde der Streifen in den magnetischen Meridian gerichtet und die Boussole wurde auf den untern Schenkel des Streifens gestellt. Als nun concentrirte Schwefelsäure zu dem Wasser gegossen wurde, stieg die Temperatur bis 116° Fahr., und die Magnetnadel zeigte eine östliche Ablenkung, die sich wenige Augenblicke später änderte und westlich wurde, bey einer Temperatur von 128° Fahr. Sie veränderte sich aber bald, und die Nadel kam ungefähr in den magnetischen Meridian zurück.

Nun wurde mit einem Stück Zink unter dem Wasser erst das Ende des obern Schenkels, dann das Ende des untern Schenkels berührt; jene Berührung brachte eine östliche, diese eine westliche Ablenkung der Nadel hervor. Als beyde Enden zugleich mittelst eines Zinkstreifens berührt wurden, erfolgte westliche Ablenkung. Ein Streifen Kupfer auf ähnliche Art unter dem Wasser in Berührung gebracht mit dem Ende des obern Schenkels, gab westliche, mit dem Ende des untern Schenkels, östliche, und mit beyden Enden zugleich wieder westliche Ablenkung, und zwar im letzten Fall eine so starke, daß die Magnetnadel durch Westen hin ganz herumgedreht wurde.

Als die beyden Enden eines eben so gestellten Zinkstreifens durch einen Kupferstreifen mit einander verbunden waren, und der vorige Versuch mit demselben wiederholt wurde, war die Ablenkung, als dem Wasser concentrirte Schwefelsäure zugegossen wurde, anfangs wieder östlich, wurde aber bald westlich als die Temperatur des Wassers bis 90° Fahr. gestiegen war.

Ein auf dieselbe Art gebogener Streifen Eisen, 1,5 Meter (4½ Fuß) lang, 2 Millimeter (1 Linie) dick und 4½ Centimeter (1¾ Zoll) breit, war eben so mit seinen beyden sich nicht berührenden Enden in Wasser getaucht, das sich im Süden des in den magnetischen Meridians gerichteten Streifens befand. Die auf dem untern Schenkel stehende Boussole wurde, als man concentrirte Schwefelsäure zu dem Wasser goß, augenblicklich um 65° nach Osten abgelenkt. Diese Ablenkung änderte sich nach einigen Sekunden und wurde westlich. Eine kleinere auf dem obern Schenkel gestellte Magnetnadel zeigte immer entgegengesetzte Ablenkung.

Wenn man nachher Zink, Kupfer und Salpetersäure dem Wasser beyfügte, zeigte die Nadel sonderbare unregelmäßige Bewegungen nach Osten und Westen.

Wurde derselbe Versuch mit dem Eisenstreifen und concentrirter Salpetersäure wiederholt, so zeigte die unterste Nadel eine constante westliche Ablenkung. Waren die beyden Enden unter dem Wasser, durch einen kupfernen Streifen vereinigt, so wurde in diesem Falle die untere Nadel westlich, die obere aber östlich abgelenkt.

Unerachtet aller dieser scheinbaren Anomalien in der Richtung der Magnetnadel, nahmen die holländischen Physiker doch eine gewisse bestimmte Regelmäßigkeit wahr. Am sonderbarsten kam ihnen die jedesmalige östliche Ablenkung vor, welche beständig der bestimmten westlichen Ablenkung voranging.

Herr Becquerel, welcher sich ebenfalls mit Versuchen dieser Art beschäftigt hatte, machte besonders aufmerksam auf die verschiedene chemische Einwirkung der Säuren, welche die beyden Enden eines in selbige eingetauchten Drahts erleiden. Hievon schien vorzüglich die Entwickelung der magneto-motorischen Elektricität abzuhängen. Zu seinen Versuchen nahm er gewöhnliche Salpetersäure, in welche er die beyden Enden des Drahts vom Multiplikator eines nach dem andern eintauchte, ohne daß sie sich

berührten, und so, daß die eingetauchten Theile gleich waren. Die Drähte waren von Messing, Kupfer und Platin. War der Draht von Messing oder Kupfer, so war die chemische Einwirkung der Säure auf das Metall sehr kräftig, und obgleich die beyden Enden des Drahts nur durch die in der Mitte befindliche Säure in Verbindung standen, so wurde die Magnetnadel doch lebhaft aus dem magnetischen Meridian abgelenkt. Es zeigte also die Wirkung einen starken elektrischen Strom an. Wandte er dagegen einen Platindraht an, so hatte die Säure keine chemische Wirkung auf das Metall, und der elektrische Strom war unmerklich, wenn man aber ein wenig Salzsäure hinzufügte, damit das Platin angegriffen werden konnte, so wurde die Magnetnadel von ihrer Richtung abgelenkt. Die Richtung des Stromes ging von dem zuerst in die Säure getauchten Ende aus, und dieses nahm positive Elektricität an.

Werden mit der angeführten Vorsicht die beyden Enden des Kupferdrahtes in Ammoniak getaucht, so entsteht durch die Einwirkung des Alkali auf das Metall in der ganzen Länge des Drahts ein elektrischer Strom, dessen Richtung von den bey dem vorigen Versuche erwähnten Bedingungen abhängt.

Nach Herrn Becquerel's Erfahrung hängt die Richtung des elektrischen Stromes von dem Ende des Metalles ab, welches von der Säure am meisten angegriffen wird. Dasjenige also, welches mit der Säure die meisten Berührungspunkte hat, nimmt positive Elektricität an. Es läßt sich daher hiernach, wenn der elektrische Strom einmal begonnen hat, seine Richtung abändern, wenn man das eine Ende mehr in die Säure taucht, oder es mehr oder weniger herauszieht. Es folgt also hieraus, daß bey einem Drahte, dessen beyde Enden nicht gleichmäßig durch eine Säure angegriffen oder durch die Wärme nicht gleich erhitzt werden, das Gleichgewicht beyder Elektricitäten gestört wird. Dies sind nach Herrn Becquerel zwey Einwirkungen von

ganz gleichem Erfolge, wodurch er eben auf die Idee gebracht wurde, die elektrischen Wirkungen zu untersuchen, welche sich bey der Einwirkung einer Säure auf beyde Enden eines Drahts entwickeln.

Da die Säuren, mit Ausnahme einer einzigen, nicht auf das Platin wirken, so bediente sich Becquerel der Drähte von diesem Metall, um die bey den Combinationen freygewordene Elektricität durchzuleiten; an jedes der beyden Drahtenden des Multiplikators befestigte er ein viereckiges Blättchen von Platin; auf eines derselben brachte er Alkali, das andere tauchte er erst in eine Säure, und hielt es dann auf Alkali. Sogleich fand eine chemische Einwirkung der Säure auf das Alkali statt, wodurch ein äußerst starker elektrischer Strom entstand, und man sah, daß die Säure positive, das Alkali negative Elektricität bey dieser Combination annahm.

Man kann sich leicht vorstellen, daß man bey diesem neuen Zweige der Naturlehre zu wissen begierig war, ob die bisher angeführte magneto=motorische Eigenschaft der Metalle auch Einfluß auf chemische und andere Wirkungen besitze. Nach den bisherigen Versuchen hat man dies auf keine einleuchtende Art wahrnehmen können. Die Herren Fourier und Oerstedt konnten mittelst einer thermo-elektrischen aus 13 Elementen bestehende Kette, welche die Nadel 28° aus dem Meridiane ablenkte, keinen Platindraht von 0,1 Millimeter (0,003 Zoll) zum Glühen bringen; durch eine hydroelektrische Kette wurde aber dieser Draht bis zum Glühen gebracht, obgleich diese Kette nur dieselbe Wirkung auf die Boussole äußerte. Dieser Unterschied rührt nach Herrn Fourier und Oerstedt davon her, daß der thermo-elektrische Strom geschwächt wird beym Durchgange durch den Platindraht. Während dieser Draht die Kette schloß, zeigte die Nadel nur 2 bis 3° Ablenkung. Auch ein Eisendraht von $\frac{1}{5}$ Millimeter (0,006 Zoll) im Durchmesser ward nicht zum Glühen gebracht.

Wurde die Kette durch diesen Draht geschlossen, so war die Ablenkung der Nadel zwar größer als beym Platindraht, betrug jedoch auch nur 5°. Man könnte also annehmen, daß ein thermo-elektrischer Umlauf von mehreren hundert Elementen einen Strom von hinreichender Intensität hervorzubringen vermag, um einen Metalldraht zum Glühen zu bringen.

Auch konnten durch den thermo-elektrischen Umlauf keine bemerkbare chemische Wirkungen hervorgebracht werden. Selbst die Flüssigkeiten, welche die meiste leitende Kraft besitzen, widerstanden seiner Einwirkung, z. B. die Salpetersäure, Natrumauflösung, mehrere Metallauflösungen. Blos bey einem einzigen dieser Versuche, unter vielen vergeblichen, schien einige chemische Wirkung zu erfolgen. Man legte nämlich zwischen zwey Fünffrankenstücken, welche ganz neu und von demselben Jahre waren, eine Scheibe mit schwefelsaurer Kupferauflösung getränkten Löschpapier, indem man die Vorsicht beobachtete, beyde Münzen mit den Flächen, welche das gleiche Gepräge trugen, mit dem Papier in Berührung zu bringen, und ließ durch beyde Metallstücke und das befeuchtete Papier den thermo-elektrischen Strom gehen. Nach einer Viertelstunde zeigte sich an einigen Stellen des Silbers eine ganz schwache Kupferfarbe; da indeß diese Spur metallischer Fällung dem, mit schwachen Reiben verbundenen, Waschen nicht widerstand, so glaubten die Beobachter, kein Gewicht darauf legen zu dürfen. Während der Zeit, als die beyden Silberstücken mit dem Papier einen Theil des Umlaufs ausmachten, zeigte er nicht die geringste Wirkung auf die Boussole, so daß dieses schwach beleuchtete Papierblatt den thermo-elektrischen Umlauf, so zu sagen, völlig unterbrach. Bey einem Zustand so vollkommener Isolirung ließ sich dann auch keine chemische Wirkung erwarten. Der schwachen Intensität nach zu urtheilen, welche der Multiplikator im thermo-elektrischen Umlauf zu erkennen giebt, hat man Grund zu

glauben, daß ein solcher Umlauf aus mehreren hundert Elementen bestehen müßte, um durch seinen Strom eine Flüssigkeit eben so schnell zu durchdringen, als es die Elektricität einer, aus vier bis fünf Elementen bestehenden Volta'schen Säule vermag. Wahrscheinlich würde ein solcher Apparat denen ähnliche Wirkungen hervorbringen, welche sich von hydro-elektrischen aus metallischen Elementen von großem Umfang bestehenden Apparaten erwarten lassen.

Zu den merkwürdigsten Wirkungen der elektrischen Ströme gehören die, welche sie auf den thierischen Körper ausüben. Der thermo-elektrische Umlauf brachte keinen merklichen Geschmack hervor, wenn man ihn auf die Zunge wirken ließ; wirkte aber auf einen präparirten Frosch wie zwey nicht sehr verschiedenartige Metalle. Hiedurch fand man bestätigt, was für vortreffliche Leiter die Froschnerven sind.

Eine thermo-elektrische Kette von 13 Elementen wirkte auf die empfindlichsten Elektrometer fast gar nicht; eben so wenig schien Volta's Condensator bestimmte Zeichen von Elektricität in dieser Kette zu geben.

Ueberhaupt gaben alle ihre Versuche hinreichend zu erkennen, wie schwach die leitende Kraft der Körper für den thermo-elektrischen Umlauf ist. Folgender Versuch gab unter andern Umständen das nämliche Resultat: Es wurde dem großen Umlauf, der aus einem fast viermal so langen als breiten Rechteck bestand, eine solche Lage gegeben, daß die beyden kürzesten Seiten mit der Nadel der Boussole parallel waren. Auf eine dieser Seiten setzte man die Boussole, und ließ die anliegenden Elemente in Wirksamkeit treten. Nachdem man die Abweichung der Nadel beobachtet hatte, veranstaltete man mittelst eines Kupferdrahtes die Communication zwischen den, von der Boussole entferntesten, wirkenden Theilen, so daß alle wirkende Theile einen Umlauf für sich bildeten. Nachdem der Umkreis des Um-

laufs auf solche Art vermindert war, zeigte die Nadel eine stärkere Wirkung. Dieser Unterschied hätte aber eben nicht merklich seyn können, wenn die Fortleitung des thermo-elektrischen Stroms vom Metall selbst nicht so schwierig gewesen wäre, daß ein Unterschied Weges von drey bis vier Fuß eine beträchtliche Veränderung der Wirksamkeit hervorbrachte. Dabey ist zu bemerken, daß derselbe Kupferdraht, welcher zur Schließung der Kette gebraucht wird, wenn diese irgendwo unterbrochen wurde, kaum dieselbe Wirkung hervorbrachte, als die getrennten Theile unmittelbar selbst. Wenn man den, von der Boussole entferntesten Theil des Umlaufs in Wirksamkeit setzte, und eine ähnliche Communication veranstaltete, so nahm die Abweichung der Magnetnadel ab. Diese Schwierigkeit der Fortleitung darf übrigens nach der Meynung der Experimentatoren nicht bewundert werden; denn die Elektricität welche in einen Umlauf von Leitern, in Folge ihrer Berührung, sich entwickelt, muß in dem Maaße fortströmen, als sie die erforderliche Intensität erhält, den Widerstand zu überwältigen, welchen diese Leiter ihm entgegensetzen. Es erlangt daher diese Elektricität niemals eine hinreichende Intensität, um mit Leichtigkeit durch den Leiter hindurchzugehen, sondern bildet einen Strom, sobald als die Kette nicht das Hinderniß einer großen Isolation entgegensetzt. Man sieht leicht ein, daß die Menge von Elektricität, welche beständig in der Kette erregt wird, desto größer seyn muß, ein je vollkommnerer Leiter die Kette ist. Es wird daher in dem thermo-elektrischen Umlauf eine weit größere Menge Elektricität erregt als in irgend einem andern. Wenn durch andere Ketten Wasser, Säuren und Alkali zersetzt worden sind, so liegt es nicht außer den Grenzen der Wahrscheinlichkeit, daß wir vielleicht mit einer neuen Kette im Stande seyn werden, selbst die Metalle zu zersetzen, und so endlich die große Veränderung in der Chemie, welche mit der Volta'schen Säule anfing, vollständig zu bewirken.

Auch der Herr v. Relin führt als sehr bemerkenswerth an, daß bey seinen magneto-motorischen Versuchen mit flüssigen Säuren, Basen und Salzen mittelst einfacher metallischer Leiter ihm noch nicht gelungen ist, selbst mittelst zweyer sehr gut wirkenden Multiplikatoren (welche doch die E einer schwachen Jägerschen Gold- und Silber-Papiersäule von 500 Scheibchen zu sichtbaren Funken condensiren) und eines Condensators obendrein, bey aller Vorsicht mit Gewißheit eine Spur von freyer Elektricität in einem solchen, wenn gleich noch fortwährend magneto-motorisch wirkenden Drahtende zu entdecken, auch eben so wenig irgend eine Spur von freyem Magnetismus darin wahrzunehmen.

Nach den Erfahrungen des Herrn Becquerel *) erfolgt bey der Berührung eines festen Körpers mit Flüssigkeiten kein bemerkenswerthes elektrisches Phänomen, mithin keine elektro-motorische Wirkung, wenn keine chemische Einwirkung der Flüssigkeiten auf den festen Körper statt findet. An das eine Ende des Drahtes eines Multiplikators war eine kleine Platinschale, an das andere Ende aber eine Zange von demselben Metall angelöthet. Zwischen die Arme dieser Zange wurde ein Streifen chemisch reines Goldblech, das zur Hälfte mit einem Papierstreifen umwickelt war, gebracht; hiernächst wurden die Blättchen in Salpetersäure, welche kein freyes Salpetergas enthielt, getaucht, und zwar so, daß das Papier auch die Säure berührte. Wenn nun das Gold eine elektro-motorische Kraft auf die Salpetersäure ausübte, welche der des Platins entgegengesetzt wäre, so müßte das augenblicklich aus den Abweichungen der Magnetnadel erkannt werden; allein sie waren nicht so bald das Gold befeuchtet war, vorhanden.

Dieser neue Gegenstand, welcher zur Feststellung einer Theorie noch nicht geeignet ist, giebt dem Physiker wiederum die höchst wahrscheinlichsten Fingerzeige,

---

*) Annales de chimie et de physique. To. XXIV. p. 550. f.

daß Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus in der genauesten Verbindung unter einander stehen. Neuere Forschungen werden auch diese Erscheinungen, bey welchen noch so vieles Dunkele im Hintergrunde liegt, in ein helleres Licht setzen.

Magnetometer. (Zus. z. S. 480. Th. III.). Herr Will. Scoresby *) hat ein anderes Instrument dieser Art angegeben, womit er merkwürdige Versuche über die Gesetze angestellt hat, nach welchen in dem Eisen Magnetismus hervorgebracht und wieder zerstört wird. Es besteht dies Instrument aus einem $3\frac{4}{5}$ Zoll hohen Tischchen aus Messing, dessen Fuß auf einer 7 bis 8 Pfund schweren Bleyplatte befestigt ist, welche in den Ecken auf Schrauben ruht, mittelst deren sich das Tischblatt, eine Messingplatte $4\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, genau horizontal stellen läßt. An diesem Tischblatt ist mittelst Angeln, deren Mittelpunkt sich $\frac{1}{10}$ Zoll hoch über dem Tischchen befindet, eine zweyte Messingplatte befestigt, welche sich durch Rad und Getriebe um diese Angeln, und also um eine horizontale Axe, so weit drehen läßt, daß sie einen Bogen von 250° in lothrechter Ebene oder beynahe drey rechte Winkel durchlaufen kann. Ein an der Seite des Tischchens angeschraubter eingetheilter Kreisbogen mißt den Winkel, welchen diese drehbare Platte mit der Tischplatte macht. In dieser drehbaren Platte befindet sich eine geradlinigte, von der einen Seite zur andern gehende Rinne, in senkrechter Lage auf der Axe der Drehung, bestimmt, die Eisenstäbe in sich aufzunehmen, deren Polarität untersucht werden soll. Eine durch die Platte gehende und herabwärts wirkende Springfeder, durch deren mit einer kreisförmigen Oeffnung versehenes Ende der Eisenstab gesteckt wird, umschließt diesen so fest, daß er seine Lage nicht verändern kann. Herrn Scoresby's Eisenstäbe hatten alle $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, und die Rinne be-

*) Gilbert's Annalen. B. LXVIII. S. 260. f.

saß eine solche Tiefe, daß die Axe des Stabes gerade in derselben Höhe über dem Tischchen als die Axe der Angeln, das ist $\frac{1}{10}$ Zoll lag. Auf dem Tischchen befindet sich eine mit einer Theilung nach Windstrichen und Graden versehene Metallplatte, in deren Mitte eine Magnetnadel mit Achathütchen auf einem Stahlstifte, gleichfalls genau auf $\frac{1}{10}$ Zoll über dem Tischchen schwebt. Es bleibt daher beym Drehen der drehbaren Platte das Ende des in ihr befindlichen Stabes immer in einerley Abstand von dem ihm zugewendeten Pole der Nadel. Die Boussole aber läßt sich dem Stabe willkürlich näher oder von demselben zurückschieben. Man muß mit Nadeln von verschiedener Empfindlichkeit versehen seyn, und zu sehr feinen Versuchen eine sehr leichte und stark magnetisirte Nadel wählen.

Elektro-Magnetoskop (Electro-Magnetoscopium, Electro-Magnetoscope) (N. A.) ist ein von dem Herrn Akademiker v. Xelin *) angegebenes Instrument, welches alle Erscheinungen, die der Leitungs-Draht in dem Wirkungskreise beyder Magnetpole darbietet, auf eine sehr einfache Weise darstellt, so daß über die Erklärung der beym ersten Anblick so verwickelt scheinenden elektro-magnetischen Anziehungen und Abstoßungen, nicht wohl eine Ungewißheit bleiben kann. Die Einrichtung dieses Instrumentes ist folgende: In einer viereckigen Platte (fig. 12.) B von Messing läßt sich die eingesetzte runde Scheibe A in einer Ruthe um und umdrehen, so daß die in der Scheibe A, befestigten messingenen Hülsen c, c′ sich in die Lage bringen lassen $\frac{c}{c'}$; c c′; $\frac{c'}{c}$; c′ c. In diese Hülsen sind Glasröhren (a, a) eingekittet, und diese haben vorn Messingköpfe (b, b) mit Schräubchen, in deren untern Enden sehr feine Vertiefungen (auspolirte Körner) eingebohrt sind, damit sie den sehr feinen, nadelförmigen

*) Gilbert's Annalen. B. LXVIII. S. 23.

Stahlspitzen, welche genau in der Schwerpunkts-Axe so wohl des auf einer Seite offenen Bogens Dd, als des auf beyden Seiten geschlossenen ee, als Pfannen bey der Umdrehung oder Rotation dienen können. Durch die Höhlung der Glasröhrchen aa gehen die Leitungsdrähte K und Z, wodurch die Köpfchen b, b mit den Volta'schen Platten in Verbindung stehen. Des Herrn v. Relins beyde Bogen waren von Messing; der größere, geschlossene war 64‴ Par. Maas lang, (ee) 10,5‴ breit (mn) bey 0,15‴ Messingbreite und 9,35‴ innerer Oeffnung. Die Dicke war etwas über 0,2‴ und des Gewicht betrug 56,55 Gran; das des offenen (inclus. des zu seiner Befestigung in der Mitte eingesteckten Korkstückchens) nur 52,5 Gran. Beyde Bogen waren in allen Lagen äquilibrirt und wurden durch den leisesten Zugwind in Bewegung gesetzt.

Mittelst des Bodenstücks cc wird die ganze Vorrichtung auf den Vertikalaufsatz eines Branderschen Azimuthal-Instruments aufgeschraubt, und kann auf solche Weise nicht nur in jedes magnetische Azimuth gestellt, sondern auch in jede andere beliebig geneigte Lage gebracht werden. Am bequemsten schraubt man unter der Platte cc′ ein Bretchen ein, welches auf der Seite gegen o′ eine Kreisöffnung hat, um einen etwa 15 bis 18 Rhnl. Cub. Zoll Wasser haltenden Platin-Tiegel aufzunehmen, in welchen auf einem Glaswürfel ein Stück Zink gestellt wird, während in den Tiegel sehr verdünnte Salzsäure gegossen und die Draht-Verbindung vom Zink- und Platin-Tiegel ab mittelst der beyden Drähtchen der Glasröhren geschlossen wird. Auf diese Art hat man den Vortheil, die ganze Vorrichtung rund umher drehen zu können, und bey der Umkehrung der Pole weder die Leitungsdrähte an den Metallen verwechseln zu dürfen, noch dabey eine Verschlingung der Drähte befürchten zu müssen.

Magnium, Magnesium, Talcium, (N. A.) ist die metallische Basis des Oxydes, welches unter dem

Namen Bittererde, Talkerde längst bekannt ist. Davy fand dieses Metalloid zuerst im Jahre 1808. Bisher hat dieses Metall nur in äußerst geringer Menge abgeschieden werden können; Davy erhielt es blos als ein dünnes metallisch glänzendes Häutchen von dunkelgrauer Farbe, welches, bey einer Temperatur, die Spiegelglas erweichen konnte, unschmelzbar blieb, aber wenn der Zutritt der Luft Statt finden konnte, mit rothem Lichte verbrannte. Es verbindet sich dies Metall mit dem Sauerstoff nach den bisherigen Erfahrungen nur in zwey Oxydationsstufen, die man Oxydul und Oxyd nennen kann. Es läßt sich zwar das Magniumoxydul nicht isolirt darstellen, allein man scheint doch Grund zu haben, dasselbe in Verbindung mit andern Körpern anzunehmen. Eine von diesen Verbindungen bildet sich, wenn man geschmolzenen Phosphor mit Magniumoxyd zusammenschüttelt, wobey ein gelbliches Pulver entsteht, das an der Luft sich von selbst entzündet, und daher als Feuerzeug benutzt werden kann.

Das Magniumoxyd ist die Bittersalzerde, reine, gebrannte, oder luftleere Bittererde oder Magnesia.

Davy schied das Magnium aus seinem Oxyde, indem er das letztere durch Kalium zersetzte. Es wurde nämlich das Oxyd in einer Platinröhre, unter Abhaltung der Luft bis zum Weißglühen erhitzt, und dann Kalium in Dampfgestalt darauf geleitet, und zuletzt etwas Quecksilber in die Röhre gelassen, und die Erhitzung noch einige Zeit gelinde fortgesetzt. Das Kalium desoxydirte hiebey, indem es selbst zum Oxyde umgewandelt wurde, das Magniumoxyd, und das frey gewordene Magnium verband sich mit dem Quecksilber zum Magnium-Amalgam; welches hierauf durch eine wiederholte Destillation zersetzt und so endlich nach Verflüchtigung des Quecksilbers, das Magnium als ein dünnes metallisches Häutchen erhalten wurde.

M. s. *Davy's* elements of chemical Philos. V. I. §. 350. Deutsche Uebers. v. Wolff. B. I. S. 320.

Mangan. M. s. Braunsteinmetall.

Manometer (Zus. z. S. 487. Th. III.). Das unter dem Namen eines Manometers von de Saussüre hier angeführte Instrument, womit er vorzüglich die Elasticität einer verschlossenen Luftmasse bey verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit maaß, hat besonders Berthollet *) so eingerichtet, daß er damit die Erscheinungen beobachten konnte, welche während der Vegetation und überhaupt bey Pflanzen und Thieren im lebenden Zustande oder nach dem Tode, in der Atmosphäre vor sich gehen.

Materia (Zus. z. S. 658. Th. VIII.). Die Materie ist uns nur in der Aussenwelt gegeben, und daher durch unsere Sinne allein erkennbar. Ihr Wesen oder ihre Substanz kann daher auch blos durch Raum- und Zeit-Verhältnisse bestimmt werden. Die Beziehung, welche Raum und Zeit auf die Materie hat, beruhet ganz allein auf den Zustand ihrer Beweglichkeit und Ruhe, oder auf ihre beständige Veränderung. Eine jede Veränderung setzt aber eine Ursache, eine Kraft, voraus, wodurch sie hervorgebracht wird; daher kann keine Materie ohne Kraft gedacht werden. Die Grundvorstellungen von Substanz und Kräften sind Vorstellungen, welche in die Philosophie gehören, und hier mit den mathematischen Vorstellungen von der Bewegung a priori verbunden sind. Gehn wir von dieser directen Methode, über das Wesen der Materie Untersuchungen anzustellen, ab, so sind wir zu gestehen gezwungen, daß wir von allen diesen Dingen gar nichts wissen. Bleiben wir also bey dem empirischen Begriffe stehen, daß die Materie blos das Bewegliche im Raume ist, und suchen nach der angezeigten directen Methode die wesentlichen Eigenschaften der Materie überhaupt zu bestimmen; so wird sich ohne Zweifel ergeben, daß keine Materie ohne die beyden Grundkräfte, abstoßende und anziehende, möglich ist. Unter allen neuern Philosophen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVII. S. 123 ff.

hat meiner Einsicht nach Kant die gründlichsten Untersuchungen über diesen Gegenstand aufgestellt, welche bey weitem noch nicht widerlegt sind. Man muß wohl bedenken, daß die Philosophie hier nichts anders vermag, als blos die Möglichkeit der Materie überhaupt darzuthun. Man muß sich aber hüten, über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinaus zu gehen, und die besondere oder sogar specifische Bestimmung und Verschiedenheit derselben a priori erklären zu wollen. Die verschiedenen specifischen Materien, welche in bestimmte Grenzen eingeschlossen sind, nebst ihren verschiedenen Zuständen, flüssig, fest oder hart, und luftförmig, sind blos durch Erfahrung erkennbar, und die Gesetze ihrer Wirkung auf einander in einer gewissen bestimmten Sphäre müssen aus der Erfahrung abgeleitet werden. Sehr wahrscheinlich spielen bey allen Veränderungen dieser Körper die Imponderabilien, Wärme und Licht, die erheblichste Rolle. Es scheinen diese gleich zurückstoßende und anziehende Kräfte zu besitzen, und bey der wechselseitigen Einwirkung zweyer verschiedener Materien ein freyes Spiel der Grundkräfte zu bewirken, so daß die Richtungen derselben nach allen Seiten hin gar sehr verschieden seyn können, ja daß die Richtung der Kraft oft nach einer einzigen Seite hin zu seyn scheint, wie bey der Krystallisationsbildung. Von der Verbindung der Grundkräfte und ihren Folgen läßt sich wol noch a priori urtheilen, welche Verhältnisse derselben man sich unter einander denken könne, ohne sich selbst zu widersprechen; aber man muß sich durchaus nicht anmaßen, eine derselben als wirklich anzunehmen, weil bey der Annahme einer solchen Voraussetzung nothwendig erfordert wird, daß die Möglichkeit von dem, was man annimmt, völlig gewiß sey, bey Grundkräften aber die Möglichkeit derselben nie eingesehen werden kann. Aus diesem Grunde halte ich die von dem Herrn Hofr. Fries *) sonst so

*) Die mathematische Naturphilosophie. Heidelb. 1822. 8. S. 451 ff

schön und scharfsinnig entwickelten Gesetze über die Möglichkeit der so äußerst specifisch verschiedenen Materien durchaus in der Natur nicht für gewiß; alle Resultate, welche durch Anwendung mathematischer Analyse sind gefunden worden, lassen sich auch nach andern, selbst atomistischen, Voraussetzungen ableiten. Nach richtigen philosophischen Principien läßt sich schwerlich erweisen, daß bey einer gegebenen Masse die ursprüngliche Anziehung ins Unendliche verschieden seyn kann, vielmehr muß die einzige Bestimmung als die richtige angenommen werden, daß sich die anziehende Kraft gerade wie die Menge der Materie oder die Masse verhalte. Eben so wenig gestattet die Philosophie die Folge, daß es auch ursprüngliche Zurückstoßungskräfte gebe, welche in die Ferne wirken. Nach meiner Einsicht hat auch hier Kant *) die richtigen Momente, worauf sich die specifische Verschiedenheit der Materien insgesammt a priori bringen lassen, dargestellt. Nie darf irgend ein Gesetz der anziehenden oder zurückstoßenden Kraft auf Muthmaßungen oder durch Erfahrung nicht gefolgerten Voraussetzungen a priori gewagt, sondern alles, selbst die allgemeine Attraction, als Ursache der Schweren, sammt ihren Gesetze nur aus Datis der Erfahrungen geschlossen werden. Die philosophischen Untersuchungen über den Begriff der Materie überhaupt belehren uns also bloß, daß alle Erscheinungen oder Wirkungen in der Natur auf anziehenden und zurückstoßenden Kräften als Grundursachen beruhen müssen. Daß aber gleichwol eine solche metaphysisch-dynamische Erklärungsart einen Vorzug vor der mathematisch-mechanischen oder atomistischen, selbst nach den neuesten Ansichten, besitze, erhellet aus den Folgenden. In der atomistischen Lehrart wird zuerst ein ganz leerer Begriff, der der absoluten Undurchdringlichkeit der Materie, zum Grunde gelegt, zweyteus

---

*) Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga 1787. 8. S. 85 ff.

giebt sie der Materie auf eine willkührliche Art Kräfte ohne allen Grund, und drittens nimmt sie Grundformen oder Grundgestalten der materiellen Theile an, mit Einstreuung leerer Räume, so wie es das Bedürfniß zu Erklären verlangt, ohne nur auf irgend eine Art erweisen zu können, daß es wirklich dergleichen gebe. Die dynamische Ansicht bringt dagegen alle Erscheinungen der Natur auf die Grundursachen, welche durchaus keiner einzigen Erfahrung entgegen sind, zurück, indem selbst der Atomistiker, welcher alles hartnäckig aus der Erfahrung ableiten will, anziehende und zurückstoßende Kräfte, ohne nur einen Grund davon angeben zu können, annimmt.

Meer (Zus. z. S. 533. Th. III.) Ueber den Salzgehalt des Meeres hat unter andern besonders Herr Gay-Lussac *) genauere Versuche angestellt. Es hatte nämlich der Seeofficier, Herr Lamarche im Jahre 1816 von seiner Rückfahrt von Rio Janeiro nach Frankreich Proben von Meerwasser aus verschiedenen Breiten mitgebracht, welche alle an den Oberflächen des Meeres geschöpft worden. Die Resultate, welche Gay-Lussac seinen Versuchen zu Folge erhielt, sind in folgender Tafel enthalten:

---

*) Annales de chimie et de physique Tom. VI. p. 65. sqq. Tom. VII. p. 79. sqq. frey ausgezogen in Gilbert's Annalen Th. LXIII. S. 202. ff.

Ort des Schöpfens Breite	Länge	Dichtigkeit bey 8° C.	des Meerwassers Salzrückstand aus 100 Gewth. Meerwasser, verbesserter
Calais		1,0278	3,48 Gewth.
35° N.	17° W.	1,0297	3,67 —
31°50′	23° 53′	1,0294	3,63 —
29° 4′	25° 1′	1,0294	3,66 —
21° 0′	28° 25′	1,0288	3,75 —
9°59′	19° 50′	1,0272	3,48 —
6° 0′	19° 55′	1,0278	3,77 —
3° 2′	21° 20′	1,0275	3,57 —
0° 0′	23° 0′	1,0283	3,67 —
5°2′S	22° 36′	1,0289	3,68 —
8° 1′	5° 16′	1,0286	3,70 —
12°59′	26° 56′	1,0294	3,76 —
15° 3′	24° 8′	1,0284	3,57 —
17° 1′	28° 4′	1,0291	3,71 —
20°21′	37° 5′	1,0297	3,75 —
23°55′	43° 4′	1,0293	3,61 —
	Mittel	1,0286	3,65 —

Es waren also im Mittel in 100 Gewichtstheilen 3,65 Salztheile enthalten. Aus Dichtigkeit und Salzgehalt scheint also nach Herrn Gay-Lussac zu erhellen, daß im Canal der Manche und in 10° nördlicher Breite das atlantische Meer weniger salzig als an allen andern Stellen ist, und daß die südliche Hälfte dieses Meers die nördliche etwas an Salzigkeit übertrifft.

Nach Gay-Lussac kann vermöge theoretischer Gründe der Salzgehalt des Meeres nach Verschiedenheit der Stellen nicht bedeutend verschieden seyn, abgesehen von einigen örtlichen Ursachen und besonders von den Flüssen, welche ihn allerdings verändern könnten. Man habe geschlossen, daß bey Abnahme der Temperatur vom Aequator nach den Polen, das Meerwasser verhältnißmäßig desto mehr Salz enthalten müsse, je mehr es durch die Wärme ausgedehnt sey. Dieser Schluß sey zwar gegründet, aber 15 bis 20° Wärme veränderten, wie Hr. v. Humboldt bemerke, die Dichtigkeit des Wassers so wenig, daß dieses nur eine völlig unmerkbare Verschiedenheit in der Salzigkeit nach sich ziehen würde,

so daß wir das Meer als von ungefähr gleichem Salzgehalt an allen Orten ansehen dürften.

Indessen könnten noch andere Ursachen die Salzigkeit des Meeres verändern. Längs den Küsten ergössen die Flüsse jährlich in dasselbe große Massen süßen Wassers, während die Verdünstung an der ganzen Oberfläche gleichmäßig vor sich gehe. Wären daher die Meere in völliger Ruhe, so müßte bald eine bedeutende Verschiedenheit in dem Salzgehalte an den Küsten und im offenen Meere entstehen; durch die Strömungen, welche stets im Meere statt fänden, werde aber der Salzgehalt immer wieder ins Gleiche gebracht. Herr Gay-Lussac zweifelt daher nicht, daß an Orten, wo keine Strömungen sind, das Meer salziger als irgendwo anders sey, und daraus scheinen sich ihm die mehr oder minder salzigen Ströme zu erklären, welche nach Hr. v. Humboldt's Meynung das offene Meer durchkreuzten. Wären die Regen und die Menge des verdünstenden Wassers verschieden, so müßte auch dieses die Salzigkeit des offenen Meeres verändern; er glaubt daher daß in der That in den nördlichen Gegenden mehr Wasser aus der Atmosphäre herabfalle als verdunste, weil alle südlichen Winde mehr Feuchtigkeit dorthin brächten, als die Nordwinde nach den Wendekreisen zurückführten; und dadurch würde also die Salzigkeit nach dem Aequator zu vermehrt werden.

Aus ähnlichen Gründen müßten eingeschlossene Meere einen ganz andern Salzgehalt als das offene Weltmeer haben. In der That sey so z. B. die Dichtigkeit des Wassers der Ostsee zwischen Laland und Femern nach Hr. v. Buch nur 1,0094 bey 19° Cent., und nach den Herren Lichtenberg, Pfaff und Link enthalte es in 100 Gewth. nur 1,18 Gewth. Salz, sey also nur den dritten Theil so salzig, als das Wasser des Oceans. Die Ostsee erhalte daher mehr Wasser, als sie verliere, und müsse sich beständig fort durch den Sund in das Nordmeer ergießen. Dagegen verliere das mittelländi.

sche Meer mehr Wasser durch Verdunstung, als es von den Flüssen und aus der Atmosphäre erhalte, und es müsse in diesem Falle der Ocean, vielleicht auch das schwarze Meer, dasselbe mit Wasser versehen.

In Wasser, welches völlig ruhig wäre, finde Gleichgewicht in den obern Schichten, so wol bey gleichförmiger Dichtigkeit der ganzen Wassermasse, als bey zunehmender Dichtigkeit von der Oberfläche herabwärts Statt, und im letztern Falle würde das Wasser in der Tiefe an Salzigkeit zunehmen. Gesetzt aber, es habe ursprünglich einerley Dichtigkeit überall in der ganzen Ausdehnung der Meere Statt gefunden, so wäre es unmöglich, daß jetzt der Salzgehalt in der Tiefe merklich größer als an der Oberfläche seyn könnte, da die Verdünstung und Eisbildung, welche an der Oberfläche vor sich gehen, dem Regen und den Flüssen völlig das Gleichgewicht halten. Sehr wahrscheinlich sey der Salzgehalt des Meeres an der Oberfläche und am Boden nicht verschieden. Gegen diese Meynung hatten die Herren d'Arcet und v. Humboldt Einwürfe gemacht, und sich auf Thatsachen berufen, welche dieselbe zu widerlegen schienen. Nach Herrn d'Arcet findet sich nämlich in den großen Behältern, in welchen man die Natron-Auflösungen zur Bereitung der Seife aufzuheben pflegt, die Auflösung am Boden stets stärker mit dem Alkali als an der Oberfläche geschwängert, auf eine so auffallende Art, daß jeder Arbeiter sie bemerkt hat. Auch der Herr v. Humboldt beruft sich auf eine ähnliche Bemerkung beym Kochsalze; in den Salzbrunnen ist nämlich das Wasser am Boden reicher an Salz als an der Oberfläche. Vermöge des größern specifischen Gewichtes sollen sich die Salztheile in diesen Fällen allmählig vom Wasser trennen und in die Tiefe sinken, und d'Arcet bemerkt noch, daß sich am Boden des Meers bedeutende Massen von Steinsalz befinden könnten. Nach Herrn Gay-Lussac würde ohne Zweifel dieser Schluß richtig seyn, wenn wir es im Meere mit einer gesättigten Auf-

lösung zu thun hätten. Daß aber in nicht gesättigten Auflösungen die Salztheile sich durch ihr specifisches Gewicht von der Flüssigkeit trennen sollten, sey durch keine Thatsache nachgewiesen. Denn in Salzbrunnen drängen mit der Salzquelle zugleich wilde oder weniger reiche Salzwasser ein, und daß diese sich an der Oberfläche hielten, sey natürlich. Eben so seyn nicht alle Natronlaugen, die man in die Behälter bringe, von gleicher Stärke, und es müßten sich die stärkern am Boden, die schwächern an der Oberfläche setzen, wie etwas ähnliches jedesmal geschehe, wenn man Schwefelsäure auf Wasser gegossen habe, ohne zu schütteln. Die Natur arbeite im Großen nicht nach andern Grundsätzen, als im Kleinen, und es seyn die Auflösungs-Prozesse mitten im Meere und in unsern Laboratorien ein und dieselben.

Zur Behauptung seiner Meynung führt Gay-Lussac einige von ihm zu dieser Absicht angestellten Versuche an. Der erste Versuch ist folgender: er füllte eine 0,02 Meter weite und 2 Meter lange an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre mit einer gesättigten Auflösung Kochsalz, pfropfte sie genau zu, und stellte sie aufrecht in einem Keller. Selbst nach 20 Monaten zeigte sich kein Salz im untern Theile der Röhre abgesetzt, welches doch bey diesen günstigen Umständen hätte geschehen müssen. Der andere Versuch war folgender: Am Boden eines Kolbens hatte sich Salpeter schön krystallisirt. Dieser Kolben, welcher ganz mit der Mutterlauge angefüllt war, wurde umgekehrt, in ein Gefäß mit derselben Mutterlauge angefüllt gesetzt, und so 8 Monate lang im Keller der Königlichen Sternwarte stehen gelassen, in welchem die Temperatur sich das ganze Jahr über nur um $\frac{1}{10}$° c. ändert. Am Ende dieser Zeit war an den Salpeterkrystallen keine Verminderung sichtbar, und doch würde, wenn die Salztheilchen aus der Auflösung zu Boden gesunken wären, das krystallisirte Salz mit bloßem Wasser in

Berührung gewesen seyn, und würde sich also haben auflösen müssen. Durch einen dritten Versuch hatte sich Gay-Lussac überzeugt, daß, wenn man Salz und Wasser mit einander in Berührung bringe, ganz gegen die Meynung einiger Chemiker, ohne Beyhülfe von Wärme eine Salzauflösung entsteht, welche gerade so stark gesättigt ist, als eine in der Wärme bereitete, welche man während einer hinlänglichen Zeit hat abkühlen lassen, um einerley Temperatur mit der erstern anzunehmen. Durch diese Versuche hält es Gay-Lussac für ausgemacht, daß die Salztheilchen einer gesättigten Salzauflösung, welche in ihrer Temperatur unverändert bleibt, sich nicht vermöge ihres größern specifischen Gewichtes abscheiden. Er möchte sie zugleich auch für hinreichend halten, zu beweisen, daß der Salzgehalt des Meeres im Ganzen derselbe an der Oberfläche und tiefer herabwärts seyn müsse.

John Murray hat durch eine genaue Analyse des Meerwassers aus dem Firth of Forth (dem tief in das östliche Schottland hineingehenden Meerbusen) angestellt, und gefunden, daß dieses Meerwasser in 100 Gewichtstheilen enthält

salzsaures Natron	2,180	Gwth.
salzsaure Magnesia	0,486	—
salzsauren Kalk	0,078	—
schwefels. Natron	0,350	—
	3,094	—

Zus. zu 662. Th. VI. So viele Beobachtungen und genaue Untersuchungen auch in den neuern Zeiten über das Leuchten des Meeres sind gemacht worden, so scheint man doch darüber noch nicht gänzlich aufs Reine gekommen zu seyn. Der Herr Prof. Plac. Heinrich ist der Meynung, daß die Frage über das Leuchten des Meers ihm zur Zeit hinreichend beantwortet, und nunmehr die Acten darüber unter dem Commando des Herrn v. Krusenstern als geschlossen seyn. Wenn man den Italiänern das Verdienst nicht absprechen könne, zuerst auf die wahre

Ursache dieser Phosphorescenz verfallen zu seyn, so gebühre doch den gelehrten Männern der viel umfassenden Expedition des Herrn v. Krusenstern das Lob, nicht allein das bewußte Phänomen in seiner vollen Ausdehnung beobachtet, sondern auch am zuverlässigsten bestimmt und erläutert zu haben. Bereits im Jahre 1804 habe Herr v. Langsdorf an Herrn Hofr. v. Blumenbach in Göttingen geschrieben: "Meine sehr zahlreichen Beobachtungen über das Leuchten der See geben mir das ganz unbezweifelbare Resultat, daß dieses Phänomen von den darin lebenden blutlosen Thieren mannigfaltiger Art bewirkt werde; wobey mir besonders merkwürdig scheint, daß ich in der Südsee und nun hier im russischen Nordarchipelagus gerade eben dieselben kleinen Gattungen von kleinen Krebsen, Squillen, Beroën und Salpen u. s. gefunden, die ich auch im atlantischen Ocean gefischt und leuchtend gefunden habe." Herr Hofrath Tilesius an eben denselben 1805: "Hier im japanischen Meer rührt das Leuchten der See meist von einer unsäglichen Menge kleiner, fast mikroskopischer Krebse und Garneelen von verschiedener Art her. Selbst ihre Eyer leuchten des Nachts dermaßen, daß der Hafen von Nangasaki wie ein Feuermeer aussieht. Uebrigens sind es auch außerdem mancherley Mollusca als Medusen, Beroën Nereiden, Globularien, Doriden u. a. m. — Ein sonderbar eigenes Geschlecht leuchtender Mollusken aus der Südsee habe ich unter dem Namen Telephorus australis beschrieben und abgebildet *)."

Herr D. Horner setzt noch hinzu: "Schwerlich wird ein Leuchten des Meers anders, als von kleinen lebenden Seegeschöpfen veranlaßt. Von faulenden Substanzen (welchen man das Phänomen hat zuschreiben wollen) ist schwerlich im Meere viel zu finden, wo die ungeheure Menge von großen und kleinen Raubthieren

*) Voigt's Magazin. Th. XII. S. 505. Gilbert's Annalen. B. LXI. S. 36 f. S. 318 f.

nicht leicht etwas unverzehrt läßt. Was wir von Elektricität wissen, paßt auch zur Erklärung dieser Erscheinung um nichts besser, als zu der von so manchen andern leuchtenden Substanzen, die wir phosphorescirend nennen, und die eben so wenig deutliche Gemeinschaft damit haben. Erschütterung (wohl mehr der leuchtenden Thierchen, als des Wassers selbst) scheint wohl ein vorzügliches Erregungsmittel zu seyn, ohne gerade eine nothwendige Bedingung des Leuchtens auszumachen [α])."

Der Herr Hofrath Oken [β]) will aber dagegen durch genaues Untersuchen wahrgenommen haben, daß das Leuchten des Meers nicht von Medusen und kleinen Thierchen herrühren könne, indem es ihm unmöglich gewesen ist, dergleichen Thierchen in dem leuchtenden Meerwasser durch ein Mikroskop zu entdecken. Auch der Königl. Schwed. General-Feldzeugm. Herr Hellwig [γ]) bemerkt, daß er am schwarzen Meere und auch an der Küste von Italien nie Thiere gefunden habe, obgleich das Meerwasser an denjenigen Stellen, wo der Lichtschein am stärksten war, geschöpft wurde; vielmehr zeigte sich beständig das Wasser klar und durchsichtig. Am Einfluß des schwarzen Meeres in den Kanal von Constantinopel ist auf der asiatischen Seite eine kleine Bucht, welche ganz von hohen Bäumen beschattet wird, so daß die Sonne nie darauf scheinen kann. Das Wasser dieser Bucht hat Herr Hellwig nie leuchtend gefunden, obgleich er außerhalb derselben in windstillen Nächten durch einen Stock und mit der Hand das Leuchten auf der Oberfläche des Wassers hervobringen konnte. Er äußert hiebey den Gedanken: könnten die größern Meere nicht Lichtmagnete seyn? Den Einwurf, daß, wenn das Meer eine solche Eigenschaft hätte, ohne alle Ausnahme alle Meeresflächen leuchten müßten, könne er nicht als einen Beweis der

---

α) Voigt's Magazin. Th. XII. S. 506.
β) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXX. S. 231 f.
γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 126 ff.

Unstatthaftigkeit seiner Idee ansehen, da besondere Ursachen das mehrere oder mindere Anhäufen der Lichtmaterie an ihren Oberflächen bestimmen könnten. Und wenn das Leuchten allein von Thieren herrührte, müßten nicht stets alle stillstehenden Seen und alle Ströme leuchten, die, im Verhältniß zu ihrer Größe ungleich mehr von solchen Thieren in sich faßten, als die großen Weltmeere? Er glaube, daß in 100 Tonnen von dem meist leuchtenden Meerwasser nicht so viele kleine Thiere enthalten seyn, als in einem kleinen Eimer Wasser aus einem kleinen Landsee und Fluß. Die kleinen leuchtenden Punkte, welche man bey ganz ruhiger See bemerkt habe, rührten von kleinen Fischen her, welche an der Oberfläche des Wassers ihre Nahrung suchten, und sie punktweise in Bewegung setzten. Zuweilen sehe man lange schlangenförmige leuchtende Linien auf der Wasserfläche, wenn größere Fische so nahe an der Oberfläche schwämmen, daß sie dadurch in Bewegung gesetzt werde, oder wenn ein Theil von dem Rücken des Fisches über das Wasser herausrage. Das schönste Schauspiel sey, wenn mehrere Delphine auf einer Stelle ihre Sprünge machten.

Diesen Beobachtungen zu Folge scheint es also noch nicht allgemein wahr zu seyn, daß das Leuchten des Meerwassers ganz allein von den kleinsten Seethieren verursacht werde; vielmehr scheinen die zuletzt angeführten Beobachtungen zu erkennen zu geben, daß das Sonnenlicht, welches den Tag über das Meerwasser bescheint, eine vorzügliche Rolle dabey spiele. Es sind daher wohl noch mehrere und sorgfältigere Beobachtungen zu machen nöthig, ehe man auf eine bestimmte und sichere Ursache über das Leuchten des Meerwassers zu schließen berechtigt ist.

(Zus. z. S. 540. Th. III.) Eine besondere Aufmerksamkeit auf die Strömungen in der Ostsee, und auf das Steigen und Fallen dieses Meerbusens hat der Kanzleyrath N. G. Shulten *) verwendet. Diese Bewegung

---

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVI. S. 314 f.

des Meerwassers ist vorzüglich an weit hervorspringenden Vorgebirgen, und noch mehr in schmalen Meerengen, welche zwischen größerm Binnenwasser liegen, und durch die das Wasser, während es steigt oder fällt, in Menge hindurch fließen muß, bemerkbar. Im Sommer ereignen sich selten bedeutende Bewegungen; im Herbst dagegen ist die Meeresfläche öfters hoch; starke Abwechselungen zwischen hohem und niedrigem Wasser, und umgekehrt, sind häufig, und die Strömungen werden veränderlich und unruhig. Im Winter läßt sich dieser Wechsel nicht so deutlich bemerken, hat doch aber auch Statt, wie man sich aus dem Aufsteigen des Wassers über dem Eise am Strande überzeugen kann. Dadurch entstehen bey Winterfluthen die großen Eisborsten, welche von den Scheerenbewohnern vråkar oder råkar genannt werden, sich in dem Eise der großen Binnenwasser finden, von einem Ufer queer zum andern laufen, sich gemeiniglich alle Jahr an denselben Stellen zeigen, und zuweilen 2 bis 3 Ellen breit sind, so daß man ohne Brücke nicht darüber kommen kann.

Bey schönem Wetter und langer Windstille ist die Oberfläche der Ostsee ruhig und gemeiniglich niedrig oder in ihrer mittleren Höhe. Bey trüber oder regnigter Witterung, und besonders bey dem starken Naßniedergehen, kurz vor oder im Anfange heftiger Stürme ist sie dagegen hoch aufgetrieben, und ihr Stand sehr abwechselnd. Herr Schulten hat wahrgenommen, daß diese und ähnliche Veränderungen in der Meeresfläche mit den Veränderungen in dem Barometerstande zusammenhängen. Er ist daher der Meynung, daß ihre Ursache in der veränderlichen Kraft der Atmosphäre oder der Luftmasse zu suchen sey, welche nämlich durch ihren ungleichen Druck die Wasserfläche bald niederdruckt, bald erhöht. Steigt das Wasser, so fällt das Barometer, und fällt das Wasser, so steigt das Barometer; je mehr das Barometer oder je schneller es sinkt und steigt, desto veränderlicher ist die Bewegung des Meeres. Aus dieser steigenden und fallen-

den Bewegung des Meerwassers haben sich besonders die Bewohner in den äußersten Scheeren eine solche bestimmte und genaue Voraussagung der Witterung verschafft, daß jeder aufmerksame Meteorolog darüber erstaunen muß.

(Zus. z. S. 544. Th. III.) Ueber die allmählige Abnahme des Meeres haben in den neuern Zeiten einige Naturforscher einige Ideen und vermeintliche Thatsachen aufgestellt, welche diese sehr merkwürdige Erscheinung außer allem Zweifel setzen sollen. Herr Chladni [a]) entwarf einige kosmologische Ideen über die Vermehrung und Verminderung der Masse eines Weltkörpers überhaupt, durch welche er seiner Hypothese über die Entstehung der Meteorsteine ein größeres Gewicht zu geben glaubte. Er stellte diese beyden Hauptsätze auf: 1. es können zu einem Weltkörper Theile als elastische Flüssigkeit hinzu oder von ihm abkommen, und 2. es können auch zu einem Weltkörper Theile als feste Massen hinzu oder von ihm abkommen. Herr Chladni suchte diese Sätze aus bekannten Erscheinungen luftförmiger Stoffe, und aus sehr starken vulkanischen Eruptionen, die in einem Weltkörper sich ereignen können, abzuleiten und zu erklären. So scharfsinnig auch diese seine Vorstellungen durch bekannte Thatsachen unterstützt sind, so sind sie doch bey genauerer Untersuchung mit den allgemeinen mathematischen mechanischen Gesetzen in keine Vereinigung zu bringen.

Herr F. Peron [b]) erzählt mehrere merkwürdige Ereignisse über die Entstehung einer ungeheuren Anzahl kleiner, theils einzeln zerstreueter, theils gruppenweise zusammenliegender Inseln, welche über 1000 Lieues vom festen Lande mitten im Meere sich befinden, wo durch das Senkbley die Tiefe nicht angegeben werden kann, und welche noch jetzt im Wachsthum zu seyn schienen. Daß diese Inseln ihre Entstehung keiner vulkanischen Eruption zu verdanken haben, sondern vielmehr eine Schöpfung vieler

[a]) Gilbert's Annalen der Phys. B. XIX. S. 257 f.
[b]) Ebendaselbst. B. XXI. S. 24.

Jahrhunderte andeuten, dies lehren einstimmige Beobachtungen. Es kann daher keine Ursache nach Peron seyn, als daß das Meer von seiner ursprünglichen Höhe beträchtlich abgenommen, mithin eine Verminderung des Meeres Statt gefunden habe. Was aber aus dem Meerwasser geworden sey, indem es allmählig von den Gipfeln der in seinem Schooße erzeugten Berge herabgesunken sey, ist nach Herrn Peron schwer zu erklären.

Auch Herr Lor. Luigi Linussio *) bemerkt, daß das Meer eine allmählig immer zunehmende Verminderung erleidet, welche zur Vergrößerung des festen Landes beyträgt, indem die Masse des Meerwassers immer geringer werde. Nieder-Aegypten, durch den Nilschlamm gebildet, Holland und die niedrigen Küstenländer von Amerika, wären ehemals vom Meere bedeckt gewesen, und seyen jetzt trockenes Land und blühende Gefilde. Viele Länder in Europa und Asien hätten, nach sicheren Nachrichten, an Umfang gewonnen, weil das Meer zurückgetreten sey. Das berühmte Aquileja sey zu den Zeiten der Römischen Republik noch ein wichtiger Hafen gewesen; jetzt liege es mitten im Lande, und wo sonst Wasser gewesen wäre, da trieben jetzt üppige Gewächse. Bey einer solchen Verminderung des Wassers sey es aber zu behaupten ungereimt, daß das Wasser vernichtet werde; vielmehr könne man als ein allgemeines Naturgesetz annehmen daß die Auflösung des einen Wesens die Bildung des andern bewirke, und daß alles nur Veränderung der Bildungsgestalten und der Zusammensetzungen sey. Herr Linussio sucht die Verminderung des Meeres aus folgender sehr unwahrscheinlicher Hypothese zu erklären: Vermöge der anziehenden Kraft der Himmelskörper, durch welche die Ebbe und Fluth bewirkt werde, können eine Menge von Theilchen von der Oberfläche des Meeres losgerissen werden, welche in der Atmosphäre zersetzt und flüchtiger würden, ihre Anziehung gegen den Mittelpunkt

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXI. S. 325. f.

der Erde verlören und in den Zwischenraum zwischen unserer Atmosphäre und der Atmosphäre anderer Himmelskörper geriethen; ungefähr wie das Licht, welches ohne alle Schwerkraft in den unendlichen Himmelsraum sich verbreite. Auf solche Art finde man ein beständig dauerndes Mittel, um die allmählige, in Jahrhunderten erst merkliche, Abnahme des Meeres zu erklären. Außerdem werde aber auch sehr vieles Wasser zur Bildung, Auflösung und Zersetzung unendlich vieler Körper verbraucht. Viele Körper, welche zu ihrer Bildung Wasser gebraucht hätten, löseten sich zwar wieder auf; allein die Mineralien würden nicht so leicht zerstört, und behielten also das Wasser, was einmal zu ihrer Bildung verwandt wäre, und ersetzten diesen Verlust dem Meere nicht wieder. Selbst die Fische und Seethiere saugten durch ihre Schalen und kalkartigen Gehäuse einen großen Theil des Meerwassers ein. Verbände man damit die Wirkung der Vulkane, welche eine unermeßliche Menge Wasser verbrauchten, so habe man eine neue und sehr ergiebige Quelle die Abnahme des Meeres zu erklären. Da nach der Meynung des Herrn Linussio das Meerwasser beständig eine allmählige Verminderung erleidet, so vermuthet er, daß einmal eine Zeit kommen werde, wo sich die Erde ganz trocken und ohne alle Flüssigkeit befinde; daher werde man auch einst eine neue Ordnung von Geschöpfen entstehen sehen, welche jetzt unbekannt, deren Keime aber schon vorhanden seyn.

Meines Erachtens sind alle diese Erfahrungen nicht hinreichend, die Abnahme des Meeres dadurch zu beweisen. Es ist und bleibt das allgemeine Naturgesetz, alle erschaffene Materie bleibt im Ganzen unvermehrt und unvermindert; dabey findet aber eine ununterbrochene Veränderung aller Materie von einem Zustand in den andern Statt. Höchst unwahrscheinlich entflieht irgend eine an unsern Erdkörper gefesselte Materie von demselben; denn keine einzige Erfahrung berechtiget uns, dies anzunehmen, und theoretische Gründe geben vielmehr

gerade das Gegentheil. Sollte also wirklich eine Verminderung des Meeres erfolgen, so müßte nothwendig das Wasser durch Zerlegung oder Zersetzung solche Formen annehmen, aus welchen nie wieder Wasser entstehen könnte. Allein, so vieles Wasser auch in dem Thier-, Pflanzen- und Mineral-Reiche zur Entstehung, Wachsthum und Erhalten verbraucht wird, so lehren doch eine unendliche Menge von Erfahrungen, daß das in seine Grundstoffe zerlegte und eine Zeitlang gebundene Wasser durch andere Naturoperationen wieder in Wasser verwandelt werde. Daher scheint es mir, daß sich das Meerwasser gar nicht vermindern könne. Sehr weise scheint in der Natur das Verhältniß zwischen der Größe der Meere und der Größe des festen Landes abgemessen zu seyn, damit durch eine angemessene Feuchtigkeit das feste Land nie durch Trockenheit unfruchtbar, und für die Thiere auf dem Lande unbewohnbar werden könne. Wir haben also durchaus gar keinen Grund anzunehmen, daß das Meerwasser sich nach und nach vermindere. Sollten aber auch wirklich einige scheinbare Thatsachen vorgefunden werden, welche auf die Abnahme des Meerwassers schließen ließen, so werden sie sich ohne Zweifel aus ganz andern Gründen erklären lassen, als daß man gegen die allgemein anerkannten Naturgesetze eine wirkliche Abnahme des Meerwassers annehmen und voraussetzen wollte.

Da von der Menge des Salzgehaltes zugleich auch die Dichtigkeit und das specifische Gewicht des Meerwassers abhängt, so läßt sich leicht denken, daß bey den neuern Untersuchungen über den Salzgehalt des Meers auch neuere Bestimmungen über das specifische Gewicht desselben Statt fanden. John Davy *) fand auf seiner Reise nach Ceylon das specifische Gewicht desjenigen Meereswassers, welches auf der Oberfläche geschöpft worden war, nördlich vom Aequator, das Mittel aus

*) Gilbert's Annalen. B. LXIII, S. 185. ff.

21 Abwägungen = 1,0266; südlich vom Aequator das Mittel aus 15 Abwägungen = 1,0258; und zwischen den Wendekreisen, nach 16 Abwägungen = 1,0269. Das zu diesen Abwägungen nöthige Wasser wurde sogleich nach dessen Schöpfen geprüft. Dagegen wurde dasjenige Meereswasser, welches von Marcet und Gay-Lussac zur Prüfung des specifischen Gewichtes angewendet wurde, erst nach einem langen Transporte in Flaschen zu diesem Zwecke gebraucht. Nach Marcet's [α]) Untersuchungen ergab sich das mittlere specifische Gewicht des nördlichen Meerwassers = 1,02757, unter dem Aequator = 1,02777, und des südlichen Meerwassers = 1,02919; überdem fand er noch, daß sich das specifische Gewicht des Meerwassers mit den geographischen Längen nicht ändert. Nach Horner [β]) ist bey einem Wärmegrad von 12°,5 C. das specifische Gewicht des Meerwassers im Mittel = 1,027.

Ueber die Temperatur der verschiedenen Meere, und der verschiedenen Tiefe ein und desselben Meeres haben mehrere Physiker und Reisende in den neuern Zeiten Untersuchungen angestellt. Herr Peron [γ]) bey Baudin's Entdeckungsreise untersuchte die Temperatur des Meers an der Oberfläche, unweit der Küsten in verschiedenen Tiefen, und in großen Tiefen auf der offenen See in dem Gürtel zwischen 49° nördlicher und 44° südlicher Breite. Zur Erforschung der Temperatur des Meeres an der Oberfläche stellte er täglich viermal, um 6 Uhr Morgens, zu Mittag, um 6 Uhr Abends und um Mitternacht Versuche an, aus welchen er folgende Resultate zog. Auf offener See ist das Wasser an der Oberfläche 1. um Mittag kälter; 2. um Mitternacht dagegen wärmer, als die Luft; 3. Morgens und Abends hat es mit der Luft ungefähr einerley Temperatur; 4. Nimmt man das Mittel aus gleich vielen der täglich viermal angestellten Ver-

α) Gilbert's Annalen. B. LXIII. S. 114. ff.
β) Ebendaselbst. S. 159. ff.
γ) Journal de physique T. LIX. p. 361. in Gilbert's Annalen der Physik ausgez. Th. XIX. S. 427.

suche, so erhält man für das Meerwasser immer eine etwas höhere Temperatur als für die Luft, in welcher Breite auch die Versuche angestellt seyn mögen. Aus diesen Resultaten sucht Peron die alte Meynung, daß die Wellenbewegung im Meerwasser eine Erhitzung bewirke, zu widerlegen; seinen Versuchen zu Folge ist sie vielmehr eine Täuschung, welche darauf beruht, daß, wenn ein Sturm, der kalte Luft von den Polen herbeyführt, das Meer in Aufruhr setzt, die Luft verhältnißmäßig viel schneller und stärker als das Wasser erkältet wird, theils unmittelbar durch ihn, theils dadurch, daß bey der so sehr vermehrten Berührungsfläche des schäumenden Wassers mit der Luft die Verdunstung erhöhet wird. Die absolute Temperatur des Meerwassers, welches bewegt wurde, fand er vielmehr immer vermindert, und das um so mehr, je stärker es stürmte, und je kälter der Wind war; sie nahm aber beständig weniger schnell ab, als die Temperatur der Luft, so daß, während z. B. die Luft 6° Wärme verliert, die Wärme des Wassers nur um 1° abnimmt. Peron schließt also daraus, daß die relative Wärme der Wellen beym Sturme erhöhet wird, ihre absolute Wärme aber immer abnimmt.

Die Bestimmungen der Temperatur des Meeres in den Tiefen waren mit zum Theil großen Schwierigkeiten verbunden. Sein Apparat bestand aus einem Quecksilberthermometer mit einer Skale auf Elfenbein, das sich in einem gläsernen Cylinder befand. Dieser war in einen hölzernen Cylinder eingesenkt, und darin mit Kohlenstaub umgeben; der hölzerne befand sich wieder in einem metallenen Cylinder, und der Zwischenraum beyder war mit Talg ausgegossen. Seine vorzüglichsten mit diesem Apparate angestellten Versuche sind folgende: Mitten im atlantischen Meere ließ er denselben bis zu einer Tiefe von 500 Fuß hinab; hier ruhete er 5 Minuten lang; dann wurde er wieder heraufgezogen, wozu 12 Minuten Zeit nothwendig waren. Die Lufttem-

peratur zeigte 24° C. die des Meeres an der Oberfläche 24°7; das heraufgezogene Thermometer stand auf 20°. In der offenen See wurde der Apparat bis zu einer Tiefe von 1200 Fuß hinabgelassen, wo er 1 Stunde und 50 Minuten ruhig erhalten wurde; beym Zurückziehen verliefen 17 Minuten Zeit; nun fand man das Thermometer auf 7°,5 C. stehend, indeß die Temperatur der Luft 25°,7 und die des Meeres an der Oberfläche 24°,5 zeigte. Zuletzt ließ Peron seinen Apparat zu einer Tiefe von 2144 Fuß unter der Meeresfläche hinab; nach 75 Minuten wurde er heraufgezogen, wozu die Zeit von 45 Minuten erforderlich war; das heraufgezogene Thermometer zeigte 5° C. bey der Temperatur der Atmosphäre von 25°, und der des Wassers an der Oberfläche des Meers 24,°8 C.

Gegen diese letzten Versuche bemerkt Herr Castberg *) ganz richtig, daß die gefundenen Resultate nicht ganz richtig seyn können, indem auf das Herausziehen des Apparats eine so große Zeit verfloß, daß während derselben das Thermometer nothwendig wieder steigen mußte. Bey der zuletzt angegebenen Tiefe von 2144 Fuß des Herrn Peron berechnet daher Herr Parrot die Temperatur des Meeres in dieser Tiefe zu — 2°,5 C. Dies Resultat scheint mit den Versuchen der Herren Horner und Capit. Roß, welche die Temperatur des Meeres in gewissen Tiefen unter 0° C. fanden, zusammenzustimmen. Indessen sind auch selbst diese Resultate noch einigen Zweifeln unterworfen wegen der Schwierigkeiten, welche bey diesen Beobachtungen nicht zu vermeiden sind. So viel scheint aber gewiß zu seyn, daß der Meeresgrund selbst nirgends mit Eis bedeckt ist. Capit. Wauchope fand wenige Grade vom Aequator die Temperatur der Meeresoberfläche = 23° C, in 1000 Faden Tiefe = 5°,5; Roß unter 72°22′ nördl. Breite bey 500 Faden Tiefe + 1°,6 C und bey 1050 Faden

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 344.

— 1°,7 C. Herr Horner *) fand die Temperatur (nach Reaum. Skale und den Faden zu 6 Fuß engl. gerechnet)

in der Südsee in der nördlichen Breite von 23° bey der Tiefe von 120 Faden im Juni 13°,3 Reau.

im japanischen Meere in der nördl. Breite von 27° und 100 Faden Tiefe im November 14°,3 Reau.

im atlantischen Meere in der nördl. Breite von 30° und 110 Faden Tiefe im Juni 13°,5 R.

im ochotzkischen Meere in der nördl. Breite von 25° und 25 Faden Tiefe im August 1°,5 R.

Nach Horner sind die vorzüglichsten Bedingungen, welche das Gefrieren des Meerwassers auf dem Grunde des Meeres hindern, folgende:

1. Der große Druck des Wassers, welcher den Erfahrungen zu Folge die Bildung des Eises hindert.

2. Die mit der Zunahme des senkrechten Drucks sich mindernde Krystallisirbarkeit des Wassers.

3. Die Salzigkeit des Wassers; denn da das Salz nicht mit in das Eis eingehe, so müßte das süße Wasser sich vor dem Frieren von dem Salze trennen, und dann augenblicklich wegen seines geringern specifischen Gewichts in höhere und wärmere Schichten aufsteigen, noch ehe es zu Eis würde, so daß der tiefe Meeresgrund mit sehr concentrirter Salzauflösung, keinesweges aber mit Eis bedeckt seyn möchte.

Daß endlich die Meeresströmungen in der Tiefe des Meeres die Temperatur gar sehr abändern müssen, läßt sich sehr leicht begreifen. Diese Strömungen dienen aber vorzüglich dazu, die Temperatur des Bodens der verschiedenen Länder mehr auszugleichen, als es ohne diesen ausdauernden Meerbespühlungswechsel der Fall seyn würde.

Megascop (Megascopium, Megescope) (N. A.) ist ein von Herrn Charles angegebenes optisches Instrument, durch welches man durch immer größere An-

---

*) Gilberts Annalen der Physik, B. LXIII. S. 279.

näherung eines Objektes an den Brennpunkt einer Sammlungslinse immer größere Bilder desselben erhalten kann. Die Einrichtung dieser Vorrichtung ist folgende: Es sey ein Sammlungs-Objektivglas in dem Fensterladen eines dunkeln Zimmers, wie bey der Camera obscura, eingefugt; anstatt aber Bilder von entfernten Gegenständen, wie bey der Camera obscura, zu bezwecken, bringe man vielmehr außerhalb des Zimmers in geringer Entfernung in der Richtung der Axe des Objektivglases einen stark vom Sonnenlichte, gleichviel ob es direct oder von mehreren Spiegeln zurückgeworfen ist, erleuchteten Gegenstand an. Besitzt dieser Gegenstand keine zu große Dimensionen, so wird im dunkeln Zimmer ein deutliches Bild desselben entstehen, dessen Entfernung und Größe von der Brennweite des Objektivglases und dem Abstand, in welchem der Gegenstand vor denselben gebracht ist, abhängen. Da hierdurch bey größerer Annäherung des Objektes an den Brennpunkt die Bilder immer größer und immer entfernter werden; so muß man bey solchen Entfernungen stehen bleiben, wie es das Local, in welchem man operirt, gestattet, und bey welchem die Bilder hinreichend vergrößert, obwol noch gehörig begrenzt erscheinen. Diese Bilder werden verkehrt seyn; dagegen wird man sie aufrecht erhalten, wenn der Gegenstand umgekehrt wird. Statt einer einzigen Objektivlinse könnte man auch mehrere anwenden und sie achromatisiren. Denn sind die Grenzen, innerhalb welcher die Bilder deutlich erscheinen, hinreichend weit, so kann man auf solche Art vergrößerte oder verkleinerte Copieen von Gemälden, Büsten oder selbst natürlichen Gegenständen nehmen; die Anwendung dieses Instruments ist bey einer großen Menge physikalischer und naturhistorischer Untersuchungen sehr nützlich, besonders wenn die Gestalten und Umrisse kleiner Gegenstände genau angegeben werden sollen, welche wegen ihrer Kleinheit und Zartheit keine unmittelbare Messung gestatten. Dann fängt man die Bilder auf

einem matt geschliffenen Glase auf, und zeichnet ihre Umrisse hinter dem Glase auf seiner Oberfläche selbst, oder auf durchscheinendem Papier, welches man daran hält.

M. s. Biot's Lehrbuch der Experimental-Physik. aus d. Fr. übers. von Fechner. B. III. S. 444.

Metalle (Zus. zu S. 663. Th. VI.). In den neuern Zeiten ist die Anzahl der Metalle außerordentlich vermehrt worden. Bis jetzt kennt man folgende Metalle:

I. schwere

1. Gold (Aurum; or)
2. Platin (Platinum; platine)
3. Silber (Argentum; argent)
4. Quecksilber (Mercurium, Argentum vivum, hydrargyrum; mercure)
5. Bley (Plumbum; plomb)
6. Kupfer (Cuprum; cuivre)
7. Eisen (Ferrum; fer)
8. Zinn (Stannum; etain)
9. Kadmium (Kadmium)
10. Zink (Zincum; zinc)
11. Wismuth (Bismuthum; Bismuth)
12. Spiesglanz (Antimonium, stibium; Antimoine)
13. Nickel (Niccolum; Nickel)
14. Kobalt (Cobaltum; Cobalt)
15. Arsenik (Arsenicum; Arsenic)
16. Braunstein, Mangan (Manganum, magnesium, manganesium; Manganes, manganese)
17. Molybdän, Wasserbley (Molybdaenium; Molybdène)
18. Wolfram, Tungstein, Scheele (Schelium; Schéele)
19. Uran (Uranium; Urane)
20. Titan, Menak (Titanium; Titane)
21. Tellur, Sylvan (Tellurium; tellure)
22. Chrom (Chronium, chrome)
23. Cerer, Demetrium (Cererium, Demetrium; Cerère)

24. Tantalum (Columbium, Tantalum; Tantale)
25. Iridium
26. Osmium
27. Rhodium
28. Palladium.

II. leichte

29. Katium (Kalium, Potassium)
30. Sodium (Sodium, Natronium)
31. Lithium
32. Barium
33. Strontium
34. Kalcium
35. Magnium
36. Aluminium (Aluminium, Allumium, Saphirium)
37. Glycium (Glycium, Beryllium)
38. Yttrium
39. Thorinium (Thorinium, Thorium)
40. Zirconium (Zirconium, Circonium)
41. Kieselmetall (silicium).

Die Oxyde der in II. angeführten leichten Metalle werden in Alkalien und Erden eingetheilet. Davy entdeckte zuerst diese Metalle mit Hülfe sehr starker galvanischer Batterien. Sie lassen sich nur eine Zeitlang unter gewissen Umständen aufbewahren, und gehen in Freyheit gesetzt sogleich wieder eine Vereinigung mit dem Sauerstoffe ein, und verwandeln sich wieder in Alkalien und Erden.

Nach Hum. Davy lassen sich die Metalle unter folgende Classen bringen:

1. Metalle, welche durch Verbindung mit Sauerstoff die alkalischen Erden hervorbringen; dahin gehören: Barium, Strontium, Kalcium und Magnium.

2. Metalle, welche in der Vereinigung mit Oxygen Alkalien erzeugen; diese sind: Kalium und Sodium.

3. Metalle, welche die gemeinen Erdarten enthalten, dahin gehören: Aluminium, Glycium, Ytterium, Thorium, Zirconium und Silicium.

4. Metalle, welche Oxyde darstellen; diese sind: Gold, Platin, Silber, Quecksilber, Bley, Kupfer, Eisen, Zinn, Kadmium, Zink, Wismuth, Spiesglanz, Nickel, Kobalt, Mangan, Wolfram, Uran, Titan, Tellur, Cerer, Iridium, Tantalum, Osmium, Rhodium, Palladium.

5. Metalle, welche Säuren hervorbringen; als: Arsenik, Molybdän und Chrom.

Dagegen theilet Thenard [α]) die Metalle in sechs Classen ein, und gründet seine Eintheilung ebenfalls auf die Verbindung derselben mit dem Oxygen. Bey dieser seiner Eintheilung führt er eine Classe auf, in welche diejenigen Metalle gerechnet werden, die noch nicht reducirt worden sind, wie z. B. das Silicium, Aluminium u. s. Allein nach neuern Erfahrungen sind diese größtentheils wirklich reducirt.

Uebrigens verbinden sich die Metalle mit dem Sauerstoffe in verschiedenen Graden. Berthollet [β]) hatte besonders behauptet, daß die Verhältnisse des Sauerstoffs von dem Minimum seiner Verbindung bis zum Maximum progressiv variiren können. Allein Proust [γ]) nahm nur zwey Verhältnisse an, in welchen sich die Metalle mit dem Sauerstoffe verbinden können, und gründet seine Meynung auf mehrere Erfahrungen, nach welchen bey den meisten Metallen höchstens nur zwey Oxydationsstufen sind wahrgenommen worden. Indessen läugnete er keineswegs, daß es mehrere Oxydationsgrade geben könne. Berthollet führte auch schon zum Beweise seiner Meynung an, daß das Zinn 5, ja vielleicht gar 7, Oxydationsstuffen zulasse, daß das Bley vier Oxyde liefere, daß das Eisen mehrere Oxydationen zulasse u. s. f. Die neuern Erfahrungen haben allerdings gelehrt, daß manche Metalle sich mit dem Sauerstoffe in mehreren Graden

---

α) traité de chimie élémentaire Tom. I. p. 209.

β) essai de statique chimique sec. Partie p. 361. in Schweigger's Journ. für Chem. rc. B. I. S. 172. ff.

γ) Journal de physique Tom. LIX. p. 265. übers. in Gehlen's neuem Journale der Chemie. B. VI. S. 593. ff.

verbinden, und Berzelius stellte in dieser Hinsicht folgendes Gesetz auf:

Wenn es für ein Metall mehrere Oxydationsgrade giebt, so ist der Sauerstoff der niedrigsten Oxydationsstuffe ein gemeinschaftlicher Theiler für die Sauerstoffmengen der höhern Oxydationsgrade: oder die Sauerstoffmengen der höhern Oxydationsgrade sind Vielfache aus einer ganzen Zahl in den Sauerstoffgehalt der niedrigsten Oxydationsstuffe. Nimmt man z. B. mit Berzelius an, daß das Mangan vier Oxydationsgrade einzugehen vermögend ist, und zwar, daß sich verbinden

bey dem ersten Oxyd	100 Metall mit	14,0533 Sauerstoff
bey dem zweyten Oxyd	— — —	28,1077 —
bey dem dritten Oxyd	— — —	42,16 —
bey dem vierten Oxyd	— — —	56,215 —

so ist, wenn man den ersten Ausdruck des angeführten Gesetzes wählt, 14,0533 der gemeinschaftliche Theiler. Er ist in 28,1077 zweymal, in 42,16 dreymal und in 56,215 viermal enthalten; oder nach dem zweyten Ausdruck: man findet die Menge des Sauerstoffs für das zweyte, dritte, und vierte Oxyd, wenn man die Menge des im ersten enthaltenen mit 2, 3, 4 multiplicirt.

Verbindungen der Metalle mit andern einfachen Stoffen, z. B. mit Wasserstoff, Kohlenstoff u. s. f. müssen noch näher untersucht werden.

Uebrigens hatte Berthollet bemerkt, daß die Metalloxyde einen höhern Grad der Feuerbeständigkeit erhalten, welches er von der Verdichtung des Oxygens herleitet. So ist nach Berthollet das Quecksilberoxyd weniger flüchtig als das Metall; das flüchtige Zink bildet ein Oxyd, welches dem höchsten Feuersgrade widersteht, das Spiesglanzoxyd ist viel weniger flüchtig, als das Metall; das Arsenikoxyd weniger flüchtig, als das Arsenik u. s. f. Herr Proust führt jedoch an, daß das Arsenikoxydul und die Oxyde des Antimoniums flüchtiger, als die Metalle seyn, wogegen aber Ber-

thollet einige Gegenbemerkungen gemacht hat. Indessen haben einige von Gehlen und Rose gemachte Erfahrungen Proust's Behauptung in Ansehung des Spiesglansoxyds gar sehr unterstützt.

Metalloide. (N. A.) heißen diejenigen Substanzen, welche als metallische Basen in den Alkalien und Erden enthalten sind. Diesen Namen hatten die Herren Ermann und Simon vorgeschlagen, welcher auch nachher von den Physikern und Chemikern ist angenommen worden. Allein Herr Berzelius *) verstand unter dem Ausdrucke, Metalloide, nicht die Metalle der Alkalien und der alkalischen Erden, indem diese alle metallische Eigenschaften besäßen, und daher wahre Metalle wären, sondern vielmehr die elektrisch-positiven, einfachen Körper, welche mit dem Sauerstoff zu Säuren werden können, und sich fast unmerklich in das Geschlecht der Metalle verlieren. Einige von diesen Metalloiden verbinden sich mit den Metallen unter Erscheinung von Feuer, und dieses Feuer ist desto lebhafter, einen je bestimmtereren elektrisch-negativen Character das Metall hat. Man hat aber in diesem Verstande den Ausdruck: Metalloide, welchen Berzelius vorschlug, nicht weiter gebraucht, sondern vielmehr unter demselben die leichten im vorigen Artikel angeführten Metalle begriffen. Im Jahre 1807 im October, gelang es dem Sir Hum. Davy das Kali mit Hülfe einer starken Volta'schen Säule in die metallische Basis, welcher man den Namen Kalimetall oder Kaliumgegeben hat, und Sauerstoff zu zerlegen; einige Tage darauf glückte es ihm auch mit der Zerlegung des Natron in Natrium und Sauerstoff. Auf dem gewöhnlichen Wege der Chemie stellten diese beyden Metalloide im Jahre 1808 die Herren Thenard und Gay-Lussac dar. Nachher sind von mehreren Physikern und Chemikern die von Davy aufgefundenen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 45.

Thatsachen auf mannichfaltige Art wiederholt, und gezeigt worden, daß auch die bisher als einfach angenommenen Erden aus eigenthümlichen metallischen Basen und Sauerstoff zusammengesetzt sind, so wie schon Davy lehrte, daß man nach den wahrscheinlichsten Analogien die Erden zur Classe der Metalle zu zählen habe. Das Wesentlichste von diesen leichten Metallen findet man in eigenen Artikeln.

Meteormassen. s. Meteorsteine.

Meteorologie. (Zus. zu S. 667. Th. VI.) So viele und schätzbare Beobachtungen auch in den neuern Zeiten von den Physikern in Ansehung der Witterung sind angestellt worden, so scheint es doch noch weit entfernt zu seyn, ganz allgemeine und sichere Regeln zur Begründung einer wissenschaftlichen Meteorologie festsetzen zu können. Daß die Sonne und der Mond in ihren verschiedenen Lagen gegen die Erde und unter sich, einen Einfluß auf die Witterung haben, ist wohl unverkennbar, so wie auch selbst Kometen dazu beytragen können, daß die Witterung einen eigenen Charakter annimmt. Allein alle sorgfältig angestellte Beobachtungen haben dabey noch nichts weiter gelehrt, als daß an verschiedenen Orten der Erde bey dem verschiedenen Stande der Sonne auch die Temperatur der Atmosphäre verschieden, und daß bey Erscheinungen großer Kometen gewöhnlich eine erhöhete Temperatur und Trockenheit eingetreten ist. Ganz allgemeine Regeln über den Gang der Wärme-Aenderungen, ja selbst in Ansehung der mittleren Wärme, an den verschiedenen Orten der Erde zu gewissen bestimmten Zeiten, festzusetzen, scheint mir aber gleichwohl unmöglich zu seyn. Es scheinen so mancherley zufällige Wirkungen auf und in unserm Erdkörper vorzugehen, welche einen wesentlichen Einfluß auf die Veränderung der Wärme haben. So können z. B. große Erdbeben in der Erde, selbst im Meere, entstehen, welche die Wärme in der Atmosphäre, und überhaupt die Witterung beträchtlich abzuändern ver-

mögen. Wenn es überdem gewiß ist, daß durch Urbarmachung großer wüster Gegenden die Temperatur immer milder wird, indem durch das Cultiviren sich mehr Wärme an der Oberfläche der Erde entwickelt; so ergiebt sich hieraus, wie mir scheint, bey sonst gleicher einwirkenden Kraft der Sonne, daß nach diesen individuellen Umständen, welche in unserm Erdkörper vorgehen, auch die Temperatur selbst eine Abänderung erleiden müsse. Indessen bleiben die Bemühungen derjenigen Naturforscher, welche sich mit solchen meteorologischen Beobachtungen beschäftigen, immer sehr verdienstlich; denn die daraus abgeleiteten Resultate geben wenigstens zu erkennen, daß unter denselben Umständen dieselbe Wirkung erfolgen müsse; erfolgt sie aber nicht, so ist dieß ein sicheres Kennzeichen, daß zufällige Wirkungen, eine Abänderung verursacht haben. Nur steht es nicht in unserer Gewalt, die zufälligen Ursachen im voraus zu bestimmen, und genau anzugeben, zu welcher Zeit diese oder jene Veränderung in der Witterung erfolgen werde. Wenn es daher schon mit Schwierigkeiten verbunden ist, die periodischen Erscheinungen im Gange der Witterung, welche durch den verschiedenen Stand der Sonne gegen unsere Erde erfolgen, bestimmt und genau anzugeben, so sieht man sehr leicht ein, daß sich die atmosphärischen Erscheinungen und ihre Veränderungen mit noch weit größern Schwierigkeiten, ja ich möchte sagen, mit Unmöglichkeit werden bestimmen lassen. Vors erste sind uns die großen und mächtigen Wirkungen der Imponderabilien, Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus, welche bey den atmosphärischen Phänomenen gewiß die wichtigste Rolle spielen, noch lange nicht genug bekannt, und zweytens, wenn sie auch wirklich bekannt wären, ist es doch ganz unmöglich, die ganz zufälligen Ursachen, welche die allgemein anerkannten Wirkungen in der Natur so mannigfaltig abändern können, im voraus zu kennen, und hiernach die Erscheinungen aufs bestimmteste anzugeben.

Es lassen sich also meines Erachtens keine allgemeine Regeln über den Gang der Witterung anders festsetzen, als bloß unter der Bedingung, daß, im Fall vollkommen einerley Ursachen in der Natur wirken, auch dieselben Wirkungen entstehen müssen. Allein auch in dieser letzten Voraussetzung sind unsere Kenntnisse noch so unvollkommen, daß es uns unmöglich ist, allgemeine Gesetze aufzustellen. Bey den gewöhnlichsten Erscheinungen, bey Entstehung des Regens, des Gewitters, des Hagels, des Nebels, der Winde u. s. f. scheint man noch von der wahren Erklärung weit entfernt zu seyn, und obgleich die meteorologischen Werkzeuge auf einen veränderten Zustand in der Atmosphäre schliessen lassen, so sind doch die Ursachen aller dieser Veränderungen in Dunkel gehüllt. Da also schon hieraus klar hervorgeht, daß es mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, den Gang der Witterung in voraus zu bestimmen, welche unter diesen oder jenen Veränderungen in der Atmosphäre erfolgen müsse, und welcher gewiß auf unveränderlichen Naturgesetzen beruht; so wird es um so mehr erhellen, daß es uns ganz unmöglich ist, einen bestimmten Witterungsgang im voraus anzugeben, der sich auf zufällige Ursachen gründet. Alle angezeigte Witterungsprophezeihungen sind daher bloß ein Spiel der Phantasie, und eine Anmaßung von besitzenden physischen Kenntnissen, die für uns aus den angeführten Ursachen unmöglich sind. Weit sicherer und den physischen Fortschritten einträglicher ist es, durch meteorologische Beobachtungen die allgemeinen Gesetze abzuleiten, welche mit Sicherheit eine Veränderung in der Witterung herbeyführen, damit uns die Umstände und die Ursachen bekannt werden, welche diese Wirkung hervorbringen. Beobachtungen dieser Art sind in den neuern Zeiten von den Herren Schoen und Brandes *) mit möglichster Sorgfalt angestellt worden, und

*) Beyträge zur Witterungskunde mit 2 Kupf. u. 7 illum. Witterungstabellen. Leipzig, 1820. 8.

beyde haben sich besonders bemühe, über den Gang der Wärme-Veränderungen an den verschiedenen Orten der Erde in den verschiedenen Jahrszeiten, etwas Allgemeines festzusetzen. Noch mehr Bestimmteres über die Meteorologie wird vermuthlich aus der Vereinigung mehrerer Naturforscher durch die Zeitschrift für die gesammte Meteorologie, welche von dem Hr. D. Kretschmar herausgegeben wird, hervorgehen *).

Daß Witterungsveränderungen durch mancherley Erscheinungen am thierischen und vegetabilischen, ja selbst mineralischen Körper vorher wahrgenommen werden, ist schon von Alters her beobachtet worden. Eine neuere Zusammenstellung solcher Beobachtungen hat ein Engländer unternommen β). Da durch dergleichen vorhergegangene Kennzeichen an den Körpern die Witterungsveränderungen am sichersten erfolgen, und manchem bey den vielen menschlichen Beschäftigungen sehr vortheilhaft seyn kann, schon im voraus mit einiger Zuverlässigkeit die Witterung zu kennen: so werde ich hier das Wesentlichste davon kürzlich anführen.

1. Gewöhnlich erfolgt Regen, wenn See- und Wasservögel von der See oder auch von andern süßen Gewässern ans Land fliegen; wenn die Landvögel dem Wasser zufliegen, sich darin waschen und Geräusch machen, besonders zur Abendzeit; wenn Gänse, Enten, Wasserhühner u. s. f. sich untertauchen, waschen und Lärm verursachen; wenn Raben und Saatkrähen in Haufen und mit vielem Geschrey fliegen, die Schwalben niedrig fliegen und die Krähen Abends stark schreyen, auch deutet es auf Regen, wenn Esel oft und mehr als gewöhnlich schreyen; Schweine spielen, ihr Futter hin und her streuen, oder in der Schnauze Stroh tragen; wenn Ochsen Luft durch die Nase

*) Zeitschrift für die gesammte Meteorologie in Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Dr. C. F. Kretschmar. B. I. Nro. 1 — 4. 1825. 4.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIV. S. 294. ff.

einziehen, nach Süden sehen, während sie auf der rechten Seite liegen oder ihre Hufe belecken; wenn zahmes Vieh gegen Mittag nach der Luft schnappt; wenn Kälber heftig rennen und Luftsprünge machen; wenn Schaafe oder Ziegen springen, sich streiten oder stoßen; wenn Hunde emsig Erde aufscharren, ihr Bellen mit Murren begleitet ist, und wenn Maulwürfe mehr als gewöhnlich Erde aufwerfen. Ferner ist Anzeige von Regen vorhanden, wenn Würmer in großer Menge aus der Erde hervorkriechen; Spinnen aus ihrem Gewebe fallen; Fliegen taumelnd und unruhig sind; die Ameisen nach ihrer Wohnung eilen; die Bienen nach ihren Stöcken ziehen und sich darin halten; Frösche und besonders Kröten in der Nähe von Häusern herumkriechen und die Mücken mehr als gewöhnlich ein Getöse machen. Noch weiter verkündet es Regen, wenn die Sonne trübe und wässerig aufgeht, oder unter einer dicken trüben Wolke untergeht, oder auch bey ihrem Untergange der Himmel in Osten roth aussieht; wenn der Mond und die Sterne trübe und blaß erscheinen oder mit einem farbigen Ringe umgeben sind; wenn der Mond beym herrschenden Südwinde nicht vor der vierten Nacht sichtbar ist. Vollmond im April und Neu- und Vollmond im August bringen meistentheils Regen. Nebenmonde sind Anzeige von vielem Regen. Auch, wenn Holz anschwillt, Steine zu schwitzen scheinen, Violinsaiten springen, Salz feucht wird u. s. w. ist Regen zu erwarten.

2. Schönes Wetter erfolgt gewöhnlich, wenn die Meerenten, die Eisvögel u. a. das Land verlassen, und nach dem Meere fliegen; wenn Weihen, Reiher, Schwalben, Lerchen u. s. hoch fliegen, und dabey ein lautes Geschrey machen, oder laut singen, und wenn besonders die Fledermäuse früh am Abend erscheinen. Dieselbe Anzeige findet statt, wenn Mücken in der obern Luft tanzen, oder wenn Spinngewebe in der

Luft oder über grünes Gras oder in Bäumen wahrgenommen werden. Auch giebt eine Anzeige von guter Witterung, wenn die Sonne hell aufgeht, nachdem sie den Abend vorher hell untergegangen ist; oder wenn bey Aufgang der Sonne die um sie stehenden Wolken nach Westen ziehen; oder wenn die Sonne hell und nicht heiß aufgeht, nachdem sie unter röthlichen Wolken untergegangen ist. Wenn ferner der Mond glänzende Flecken zu haben scheint; oder beym Vollmond eine besondere Klarheit statt findet, so zeigt dies gutes Wetter an. Sind die Mondshörner den vierten Tag scharf, so bleibt das Wetter schön bis zum Vollmonde; sind aber die Hörner stumpf beym ersten Aufgehen des Mondes, oder innerhalb 2 bis 3 Tagen nach dem Wechsel, so steht in diesem Viertel Regen bevor, aber schönes Wetter die übrigen drey Viertel über. Heller Mondschein drey Tage nach dem Wechsel oder vor dem Vollmond, verkündigt jederzeit gutes Wetter. Erscheinen die Sterne in großer Menge hell und glänzend am Himmel, und beobachtet man viele Sternschnuppen, so kündigt dies im Sommer schönes Wetter, und im Winter Frost an. Wenn ferner beym Sonnenuntergang die Wolken einen goldenen Saum besitzen, oder an Umfang abnehmen und nach und nach ganz verschwinden, so ist dies ebenfalls eine Anzeige schöner Witterung u. s. f.

Meteorsteine, Meteormassen (Aërolithae, Aërolithes) (N. A.) sind besondere feste Substanzen, welche aus erdigen und metallischen Theilen zusammengesetzt sind, und zu gewissen Zeiten vorzüglich beym Verschwinden eines Lichtmeteors aus der Atmosphäre herabfallen. Der berühmte Herr Prof. Chladni war der erste, welcher auf diese Meteormassen aufmerksam machte, und seitdem hat man sich mit Beobachtungen und Untersuchungen dieser merkwürdigen Substanzen besonders beschäftigt.

Vermöge dieser Beobachtungen hat sich bey diesen Meteormassen das Merkwürdige gefunden, daß sie insgesammt, zu welcher Zeitperiode, und in welchem Welttheile der Erde sie auch herabgefallen seyn mögen, aus denselben Substanzen zusammengesetzt zu seyn scheinen, und daß man an denselben Orten, wo sie sind gefunden worden, nichts ihnen Aehnliches weder auf der Oberfläche, noch in der Tiefe der Erde als Bestandtheil eines Minerals wahrgenommen hat. Chemisch sind sie vorzüglich von den Herren Klaproth, Fourcroy, Vauquelin, Howard, Proust, Thenard, Laugier, Tennant und andern untersucht worden.

Verzeichnisse von herabgefallenen Meteorsteinen haben A. Ure [α]) und besonders Chladni [β]) in chronologischer Ordnung angegeben. Letzterer hat überdem diesen Gegenstand in einer neuen Schrift [γ]) ausführlicher als vorher bearbeitet, und noch neuerlich bey Beschreibung seiner Sammlung vom Himmel herabgefallener Massen einige allgemeine Bemerkungen gemacht [δ]).

Die meisten dieser vom Himmel herabgefallenen Steine waren Folgen von vorausgegangenen Feuerkugeln oder feurigen Meteoren. Gewöhnlich entstand eine Explosion mit einem dem Donner ähnlichen Geräusche, und alsdann fielen harte steinige und metallische Massen von verschiedener Größe auf die Erde herab. Bisweilen leuchteten die herabfallenden Steine, bis sie in die Erde eingedrungen waren; gewöhnlich aber verschwand das Licht, sobald die Explosion erfolgt war. Wenn die herabgefallenen Steine gleich nach dem Herabfallen aufgefunden werden,

---

α) Handbuch der praktischen Chemie, a. d. Engl. übers. Weimar 1825. 8. Artik. Meteorsteine. S. 688 f.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 225. ff. B. LIII. S. 369. ff. B. LIV. S. 330. ff. B. LVI. S. 375. ff. B. LXIII. S. 17. ff. B. LXVIII. S. 332. f. B. LXXI. S. 359. ff. B. LXXV. St. 3. B. LXXVIII. St. 2.

γ) Ueber Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien 1819. 8.

δ) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. IV. S. 200. ff.

so sind sie gewöhnlich noch heiß, sind von verschiedener Größe, gewöhnlich von runder Gestalt, und immer mit einer dünnen Rinde von dunkelschwarzer Farbe überzogen. Bisweilen riechen sie stark nach Schwefel.

Der chemischen Analyse zu Folge sind ihre Bestandtheile Kieselerde, Talkerde, Eisenoxyd, Nickeloxyd, Manganesoxyd, Chromoxyd, Schwefel und Kohle. Indessen zeigen sich bey ihnen solche Verschiedenheiten, und Uebergänge, daß es nicht leicht ist, ihre genauen Merkmahle anzugeben, und sie auf gewisse Ordnungen zu bringen. Herr Chladni, welcher sich damit am vorzüglichsten beschäftigte, bringt sie unter folgende Abtheilungen:

1. **Eigentliche Meteorsteine**, oder Massen, die größtentheils aus einer dichten Steinart bestehen. Diese fallen öfter, als Massen von anderer Art. Sie bestehen aus sehr mannigfaltigen erdigen und metallischen Gemengtheilen. Bey vielen macht eine etwas heller graue Steinart den Hauptbestandtheil aus, und kann gewisser Maaßen als ein Kitt angesehen werden, in welchen eine dunklere Steinart gleichsam hineingeknetet ist, und in beyden finden sich wieder schwärzere, weißere, metallisch glänzende oder auch noch andere Gemengtheile. Das Gefüge, die Härte, der Bruch, das Gewicht u. s. w. sind sehr verschieden. Diese sind gewöhnlich mit einer schwarzen oder schwärzlichen Rinde umgeben, und enthalten außer andern Bestandtheilen auch Eisen, theils metallisch, theils als Oxyd, theils auch als Schwefeleisen. Nach Laugier bilden sie zwey Unterabtheilungen, nämlich:

A. **Meteorsteine, welche gediegen Eisen mit Nickel verbunden, enthalten.** Diese sind am häufigsten gefallen. Es findet sich unter ihnen eine große Verschiedenheit, indem zwar Steine oder Stücke von manchen Niederfällen einander so ähnlich sind, daß man sie schwerlich unterscheiden kann, manche andere aber so viel eigenes im Ansehen und in der übrigen Beschaffenheit haben, daß sie auf den ersten Blick kenntlich sind.

B. Meteorsteine, die kein gediegen Eisen und keinen Nickel enthalten. Die meisten dieser Steine sind einander sehr ähnlich.

Herr Chladni führt noch zwey Eigenheiten an Meteorsteinen an, welche er erst neuerlich bemerkt hat, und es findet sich dabey kein Unterschied an nickelhaltigen und nickellosen Meteorsteinen.

a. Er sahe eine besondere Anordnung in der Lage der kleinen Theile in den meisten Meteorsteinen mehr oder weniger deutlich; an manchen mit bloßen Augen; an andern war aber mehr oder weniger mikroskopische Vergrößerung dazu erforderlich. Er sahe es nicht sowohl, wie gefilzt (etwa mit unregelmäßig durch einander verflochtenen Fasern, auch nicht etwa, wie es bey dem Bimsstein unter dem Mikroskop als flachsartig neben einander liegende dünne und glatte Fasern erscheint) sondern wie parallel mit einander nach zwey Richtungen gehende, und theils unter einem rechten, theils unter einem schiefen Winkel sich kreuzende rauhe Fäden oder Furchen, mitunter wie viereckige mehr oder weniger ausgefüllte Zellen. Dies Gewebe zeigt sich sowohl an den hellern als auch den dunkeln Stellen, und auch an manchen andern Gemengtheilen. An vielen Stellen der Rinde, die man bey einer oberflächlichen Ansicht nur für rauh halten sollte, bemerkte Herr Chladni ebenfalls sowohl mit bloßen als auch mit bewaffneten Augen (die gröbern hervorragenden Körner nicht mit gerechnet) solche nach zwey Richtungen gehende und sich durchkreuzende Adern oder parallele Reihen von erhöheten Punkten. Diese Anordnung der kleinen Theile scheint nach Chladni mit jener Analogie zu haben, welche sich an nickelhaltigen Gediegeneisenmassen auf geätzten Flächen, im Bruche, und auch mitunter auf der Oberfläche zu erkennen giebt. Um diese Art des Gewebes gehörig zu erkennen, muß man durch öfteres und anhaltenderes Betrachten sich einüben.

b. In der Steinart mehrerer Meteorsteine sind kleine silberweiße Punkte bemerkt worden, welche man für

nickelhaltiges Eisen gehalten hat. Herr Chladni fand aber dieselben Punkte in allen von ihm untersuchten Meteorsteinen, wenige ausgenommen. In vielen Meteorsteinen nimmt man sie mit bloßen Augen gewahr, in manchen erkennt man sie durch Vergrößerungsgläser; in einigen befinden sie sich in Menge, in andern nur einzeln. Diese silberweiß glänzenden Pünktchen erscheinen unter einer mäßigen Vergrößerung fast wie Kügelchen vom laufenden Quecksilber mit starkem metallischen Glanze, und unter einer noch stärkern Vergrößerung opalisiren sie. Wenn nun in einigen Meteorsteinen den Analysen zu Folge kein Nickel, und mithin auch wohl kein Gediegeneisen, enthalten ist; was sollten dann wohl die auch in diesen Steinen in großer Menge sich zeigenden silberweißen Pünktchen oder kleinen Kügelchen seyn, wenn sie nicht nickelhaltiges Gediegeneisen sind? Dies verdient nach Chladni wohl genauer untersucht zu werden.

2. Gediegeneisenmassen, welche ebensowohl Nickel enthalten, wie das ihnen ähnliche Eisen in den vorher 1. A. erwähnten Meteorsteinen. Dergleichen Massen sind weit seltener gefallen, als Meteorsteine. Von diesen giebt es zwey sehr von einander verschiedene Gattungen, nämlich:

A. Aestiges oder zelliges Gediegeneisen, dessen Zwischenräume mit einer dem Olivin oder Chrysolith ähnlichen Steinart ausgefüllt sind. Diese Steinart enthält eben dieselben Bestandtheile, wie die vorher erwähnten Meteorsteine.

B. Derbes Gediegeneisen, welches sich im Bruche, auf polirten und geätzten Flächen, mitunter auch auf der äußern Oberfläche krystallinisch zeigt.

3. Substanzen, die von Meteorsteinen und Gediegeneisen verschieden sind z. B. schwärzer oder rother Staub, harzige oder schlammige, oder membranöse Stoffe, rother Regen u. s. w. welche bisweilen auch mit Feuererscheinung und Getöse herabgefallen sind, wie denn auch in einigen ungefähr dieselben Stoffe sich gefunden haben wie in Meteorsteinen.

Nach diesen von Herrn Chladni gemachten Abtheilungen der vom Himmel herabgefallenen Massen führt er nun die in seiner Sammlung befindlichen meteorischen Substanzen in chronologischer Ordnung an, und begleitet sie mit einigen Bemerkungen.

Da nun alle vom Himmel herabgefallene meteorische Massen einerley Bestandtheile besitzen, so war es natürlich, die Folge zu ziehen, daß sie auch auf einerley Art entstanden seyn müssen. Die Erklärung ihrer Entstehung ist aber mit Schwierigkeiten verbunden, und die Naturforscher haben sich in Hinsicht derselben in zwey Hauptpartheyen getheilt. Bey der erstern nimmt man die Voraussetzung an, daß entweder die meteorischen Massen einzelne im Weltraum herumfliegende Massen sind, welche zufällig in die Atmosphäre unserer Erde gerathen, und nunmehr vermöge der Schwere herabfallen müssen, oder daß sie wirkliche Erzeugnisse im Monde sind, von wo sie durch die Kraft der Vulkane auf unsere Erde geschleudert würden. Die zweyte Parthey hält sie für Erzeugnisse unseres Luftkreises selbst. Welche Gründe für und gegen diese Meinungen von den ältern Naturforschern sind aufgestellt worden, findet man unter dem Artikel: Feuerkugeln (Th. II. S. 437. u. Th. VI. S. 425. ff.) angeführt. In den neuern Zeiten sind durch neuere Thatsachen andere Gründe zur Unterstützung dieser oder jener Hypothese hinzugekommen, welche im Wesentlichsten angeführt werden müssen.

Herr K. J. Kuhland *) behauptet mit Recht, daß man beym Vorkommen der meteorischen Massen zuerst auf alle Umstände, welche sie begleiten, zu sehen und genau mit einander zu vergleichen habe, um auf solche Art Thatsachen aufzufinden, aus welchen der Ort ihrer Entstehung außer allem Zweifel gefolgert werden könne. Wenn wir besonders auf die in der Luft befindlichen fremden Bestandtheile, über welche Moscati neue Un-

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. VI. S. 14. ff.

tersuchungen angestellt hätte (m. s. Th. IX. S. 758.), mehr unsere Aufmerksamkeit hinlenken würden, so lasse sich zuversichtlich hoffen, daß man auch über die Art ihrer Entstehung etwas klärer sehen werde.

Zuerst zeige sich ein auffallender Unterschied in Hinsicht der Jahrszeit, wo Meteormassen herabfielen; von ungefähr 60 bis 70 Steinfällen kämen beynahe ⅔ auf die Sommermonate May, Juni und Juli. Außer diesen fielen die meisten auf die beyden Aequinoctialzeiten März und Mitte Septembers bis Mitte Octobers, in den Wintermonaten hingegen zeigten sich Meteorsteinfälle entweder gar nicht oder sehr wenig. Noch auffallender sey der Unterschied in Hinsicht der Tageszeit; die meisten Steinfälle ereigneten sich von Mittag bis Mitternacht, und besonders von 3 Uhr Nachmittags bis nach Sonnenuntergang.

Selbst in Ansehung der geographischen Lage der Oerter scheine ein beträchtlicher Unterschied bey dieser Erscheinung obzuwalten. Mit der Entfernung eines Ortes vom Aequator schienen sie abzunehmen; aber außerdem müsse noch ein anderer Grund in der Natur des Landes selbst liegen, da die Menge der Steinfälle in Italien, Deutschland und dem südlichen Frankreich außer allem Verhältniß mit den andern Ländern stehe.

Den Beobachtungen zu Folge ereigneten sich Steinfälle am häufigsten bey heiterm, sehr milden und stillen Wetter, weniger bey theilweise bedecktem Himmel, gar nicht bey gleichförmig bewölktem Himmel, bey allgemein verbreitetem Regen- oder Schneefall und großer Kälte. Milde und stille und sonst ungewöhnliche Witterung scheine bey Entstehung solcher Erscheinungen Bedingung zu seyn. Auch sehr heftige Gewitter seyn manchmal mit Steinregen begleitet.

Auf den Stand des Barometers sey bisher noch wenig Rücksicht genommen; das Thermometer dagegen stehe in Verhältniß der Jahrszeit, des Ortes u. s. w. fast immer hoch. Nach dem Verlauf des Meteores sey

auch dieser bestehe nicht aus bloßen Dünsten, die dem Körper nachziehen, weil sie ihm wegen der Geschwindigkeit nicht zu folgen vermöchten, sondern er scheine aus derselben Substanz wie der Aërolith gebildet zu seyn, die nur in die Hauptmasse nicht eingegangen wäre; denn man habe mehrmals bemerkt, daß auch er an einzelnen Stellen, so wie der Hauptkörper, dekrepire. Auch sey seine Größe äußerst verschieden, oft kaum merklich, oft aber erstrecke sich auch seine Länge auf Meilen.

Wenn man auch die Lichterscheinungen, welche dies Meteor begleiteten, von einem glühenden Zustande des Aërolithen ableiten wollte, in welchen die Geschwindigkeit seines Laufs ihn gesetzt haben sollte, so müßte außerdem, daß gar kein Glühen statt gehabt haben könne, auch das Glühen mit der Fallzeit zunehmen; allein es erfolge gerade das Gegentheil, manche Aërolithen nämlich, nachdem sie ausgebrannt seyn, erlöschten völlig, und kämen, ohne eigene Lichtentwickelung, auf die Erde. Ueberhaupt gleiche ihr Licht nicht dem eines glühenden Körpers, sondern es sey immer blendend weiß, brennendem Kampher ähnlich, und finde sich auch nicht gleichförmig an allen Theilen des Steins, sondern sey bey mehreren Meteoren dieser Art aus einzelnen Schlünden hervorbrechend gesehen worden, habe also offenbar von brennenden Dünsten hergerührt.

Die zu gleicher Zeit statt findenden Explosionen seyn äußerst beträchtlich, auf große Entfernungen hörbar; sie bestehen aus einer bald mehr, bald weniger großen Anzahl Schläge, die zugleich mit einem eigenen Geprassel verbunden sind, welches man bald mit Wagenrasseln, bald mit Reihenfeuer u. s. f. verglichen habe.

Die Höhe des Meteors sey allerdings in der Regel sehr beträchtlich und belaufe sich bey den bisher beobachteten auf einige deutsche Meilen. Da aber bey der Geschwindigkeit, womit das Meteor vorüberziehe, und seiner unerwarteten Erscheinung, die Bestimmung mehr in einer ungefähren Schätzung als genauen Bestimmung

bisher bestanden habe, so sey doch die Frage, ob auch wirklich bey allen die Höhe so beträchtlich gewesen sey? Auffallend sey es wenigstens und mit unsern bisherigen Kenntnissen von Verbreitung der Dünste nicht wohl vereinbar, daß man unmittelbar nach der Explosion solcher in großen Höhen zerplatzten Meteore einen sehr starken Schwefelgeruch verspürt habe, so wie auch die Steinfälle mit Gewittern, welche bekanntlich keine so beträchtliche Höhe hätten, wohl zu berücksichtigen seyn.

Die Bahn werde für parabolisch gehalten; allein der Winkel, welche die Parabel mit dem Horizont bilde, differire außerordentlich. Neuere Beobachtungen hätten überdem gelehrt, daß mehrere Aërolithen zum Theil aufwärts hüpften, und oft eine Richtung in ihrer Bewegung annähmen, welche der der Schwere gerade entgegengesetzt wäre. Die Geschwindigkeit sey bisweilen so groß, daß sie der des Laufes unserer Erde gleich komme, ja diese selbst übertreffe, mithin immer weit beträchtlicher, als sie vom bloßen Falle seyn könnte. Nach allen Beobachtungen sey die Bewegung gleichförmig, und nehme mit dem Laufe des Meteors nicht zu. Sie finde sich aber auch nicht allein bey den Aërolithen, sondern komme allen andern feurigen Meteoren ohne Steinkörper zu.

Die Zeitdauer dieser Erscheinung sey äußerst verschieden, von ¼ Sekunde dehne sie sich auf einige Minuten aus, ja bey einigen habe man die Zeitdauer in einigen Stunden beobachtet, ehe der Steinfall sich ereignet hätte.

Untersuche man nun die herabgefallenen Steine, so sey zuförderst sehr wichtig ihr Cohäsionszustand. Dieser sey durchaus nicht sogleich derselbe, nachdem sie gefallen seyn, und einige Zeit nachher. Eine Menge der bisher beobachteten sey weich gefallen, und wären sie auch wirklich bey dem Fall schon etwas erhärtet, so sey es doch selten in dem Grade gewesen, daß sie nicht Eindrücke von den Körpern, auf welche sie gefallen, erhalten hätten, oder leicht zertheilbar und leicht zwischen

den Fingern zerreiblich gewesen wären. Nachher aber seyn alle sehr schnell erhärtet.

Die Größe der herabgefallenen Steine scheine davon abzuhangen, ob der Aërolith in viele Stücke sich zertheile, oder mehr oder minder herabfalle; und ihre Form sey aus dem ursprünglich weichen Zustande leicht erklärlich. Die Temperatur derselben, frisch gefallen, sey selten die der Atmosphäre. Meist seyn sie so heiß, daß man sie nicht in den Händen halten könne, doch scheine ihre Temperatur selbst dann, wenn sie noch heiß und weich fielen, die des kochenden Wassers nicht zu übersteigen, weil sie nie, auch wenn sie Stroh und andere brennbare Materien berührten, die geringste Brandstelle zurückließen.

Von dem qualitativen Verhalten der Meteorsteine habe man behauptet, daß es immer dasselbe sey. Es zeigten auch wirklich die vielen in neuerer Zeit angestellten Analysen eine auffallende Uebereinstimmung. Indessen scheine es ihm, daß theils einzelne Bestandtheile, theils auch ganze Steine, welche der Beschreibung nach von den bisher bekannten und in den chemischen Analysen gewöhnlich aufgeführten sich auffallend unterschieden, und Ausnahmen zu machen schienen, nicht genug beachtet worden seyn.

Nach vielfacher Vergleichung finde er die Aërolithen vorzüglich mit zwey andern Naturerscheinungen zusammenfallend. Zuerst mit den nicht metallischen Feuerkugeln und feurigen Meteoren aller Art überhaupt. Diese Verbindung sey so auffallend, daß man beynahe sicher seyn könne, daß in denjenigen Jahren, in welchen viele feurige Meteore gesehen würden, auch ein oder mehrere Steinregen sich ereigneten, und umgekehrt finde man sie nicht leicht in Jahren, die sich nicht durch Trockenheit, vielfache Erscheinungen brennender Dünste u. s. f. auszeichneten. Da man außerdem wisse, daß die feurigen Meteore in solchen Jahren am häufigsten wären, in welchen Erdbeben sich ereigneten, welchen sie in der Regel unter

den mannigfaltigsten Formen vorausgingen, so finde sich damit auch ein sehr kennbarer Zusammenhang zwischen Erdbeben und Steinfällen.

Nach Aufzählung dieser Thatsachen stellt Herr Ruhland eine Prüfung über die Hypothesen von der Entstehung der meteorischen Substanzen an. Was nämlich zuerst die Annahme des lunarischen Ursprungs dieser Körper betrifft, so habe man, mit Uebergehung der von mehreren gemachten sehr triftigen mathematischen Einwürfe, zuförderst auf alle äußere Verhältnisse, unter welchen die Meteorsteine sich bildeten, wie Witterung, Luftdruck und Temperatur, Jahres- und Tageszeiten seyn, bey der Behauptung ihrer lunarischen Entstehung keine Rücksicht genommen; auch wäre allerdings nicht einzusehen, wie diese Umstände irgend eine Bedeutung für die Aërolithen haben könnten, wenn sie wirklich auf diesem Weltkörper ihre Entstehung hätten, und doch zeige sich bey einer leichten Vergleichung der einzelnen Fälle, daß alle diese Dinge für ihre Bildung nichts weniger als gleichgültig seyn. Es sey ferner durchaus nicht begreiflich, wie im letzten Fall die Wolke zum Steinfall kommen sollte, sie müßte allein an dem klaren Himmel zufällig da seyn, und die Steine durch sie, so wie durch die Gewitter, aus welchen einige Mal der Steinfall beobachtet worden, zufällig hindurchfallen, während doch aus ihr constant das Getöse komme, sie selbst während des Steinfalles in einer beständigen Bewegung und Veränderung sey und der Steinfall genau ihrer Richtung folge. Wollte man sie für Dünste erklären, die aus den Aërolithen aufstiegen, so widerlege sich dieses dadurch, daß sie und in mehreren Fällen sogar lange Zeit vor dem Aërolithen gesehen worden. Wer diese Steine aus dem Monde fallen lasse, der betrachte sie als Laven, die durch die dortigen Vulkane ausgeworfen worden; in diesem Falle seyn die damit verbundenen heftigen Dampfentwickelungen, das langsame Verbrennen dieser Dünste erst während des Durchganges dieser Steine durch die

Luft, so wie das erst spät immer erst in der Erdnähe erfolgende Zersprengen und die geringe Oxydation der metallischen Theile des Aërolithen unbegreiflich, da unsere Laven wenigstens nichts dem Aehnliches darböten. Eben so widersprechend wäre die große Ungleichheit der Bahn, die Schiefe der Richtung und der mit der Erde oft beynähe parallele Gang, so wie noch mehr das Aufwärtshüpfen eines dieser Steine, mithin eine der Schwere gerade entgegengesetzte Bewegung. Wie wolle man ferner das in Verhältniß zu einem Fall vom Mond gar nicht in Anschlag kommende Eindringen dieser Massen in die Erde, und die so äußerst geringe Fallkraft erklären, daß sie nicht einmal das Dach eines Hauses zu durchdringen vermögen? Körper vom Monde fallend, würden, wenn sie auch ein Dach träfen, gewiß nicht davon abrollen, oder, wenn man auch annehme, daß sie weich fielen, sich, so wie sie den Boden berührten, in unsichtbare kleine Theile theilen. Es müßte eben so die Dauer der Erscheinung ungefähr bey allen dieselbe, kaum durch Volumen und Schwere veränderlich, immer aber sehr kurz seyn, und nie über Sekunden sich belaufen; hier sähen wir aber den Verlauf des Meteors auf Minuten und selbst Stunden sich ausdehnend.

Dieselben Einwürfe stünden zweytens eben so der Ankunft der Aërolithen aus den Zwischenräumen der Weltkörper, sie stünden jedem Systeme, welches den Aërolithen kosmischen Ursprung geben wollte, direct entgegen. Keines könne das Verhältniß derselben zum Wetter und andern Nebenbedingungen, zu der Wolke, aus welcher ein großer Theil derselben gefallen sey, ihren ungleichen, nicht nach der Schwere der einzelnen Steine sich richtenden Fall, ihr geringes Eindringen in die Erde, das vielmehr ungeheuer seyn müßte, die Länge der Dauer dieses Meteors, und die Richtung, in welcher sie die Luft durchlaufen, erklären.

Am schlimmsten sey aber jede kosmische Theorie mit der bedeutenden Anzahl anderer Meteore daran, welche

so große Aehnlichkeit mit den Aërolithen hätten, und so deutlich in sie übergingen. Gebe man aber auch diesen kosmischen Ursprung zu, so komme man auf Absurditäten, läugne man ihn und erkläre diese für tellurische Bildungen, so trenne man nicht nur willkührlich in genauer Verbindung stehende Dinge, sondern man sey auch jetzt gerade so weit, wie vor aller Untersuchung, da nun genau dieselben Schwierigkeiten sich der Erklärung dieser andern Meteore entgegenstellten.

Zu den andern hieher gehörigen Erscheinungen rechnet Herr Ruhland die nicht metallischen Feuerkugeln, die Sternschnuppen, die an vielen Orten beobachteten Feuerregen, die Blutregen, Sandregen, viele, nicht blos aus Wasserbläschen bestehende Nebel und die sogenannten Finsternisse, welche doch gewiß tellurischen Ursprungs wären. Wollte man sich also nicht blos den Hypothesen überlassen, welche Schritt vor Schritt von der Natur widerlegt würden, so wäre man genöthigt, den tellurischen Ursprung der Aërolithen ebenfalls anzunehmen. Auch müsse uns wirklich schon der Gedanke, welche unendliche Menge nicht einfacher Gasarten, sondern sehr zusammengesetzter mit organisch verbundenen Bestandtheilen, das thierische und vegetabilische Reich täglich ausstießen, welche die Luft verschlinge, ohne daß wir eine regelmäßige Absetzung derselben, so wie es bey der wässerigen Ausdünstung der Fall sey, bisher beobachtet hätten, zu der Annahme verleiten, daß die Atmosphäre einen, diesen entgegengesetzten Proceß haben müßte, um in ihrer Integrität zu bleiben.

Auch wäre man von jeher, diese Meteore durch eine Art Excretions-Proceß der Luft zu erklären, sehr geneigt gewesen, wenn nicht vorzüglich zwey Schwierigkeiten, über welche dann die Physiker die unendlich größern auf der andern Seite zu vergessen schienen, sie bisher abgehalten hätten. Die eine sey, wie Theile, die schwerer als die Atmosphäre sind, sich in ihr doch heben könnten, die zweyte, wie metallische Theilchen, wenn sie ein-

nachzusuchen, durch welche sie sich des beständig Aufgenommenen auch wieder entledige, und es scheine, daß sie, so wie die wässerigen Theile, so auch diese andern unter den drey Formen, der festen, flüssigen und Bläschenform abgebe. Dadurch lassen sich also die Aërolithen selbst unter diese Niederschläge blos als einzelne Form stellen, und daraus die übrigen Erscheinungen sehr leicht ableiten, welche sie begleiten. Diese Ansicht erhalte durch Moscati's Versuche, wodurch direkt der Schleimgehalt der Luft, der später und angehäuft die Feuermeteore bilde, dem Versuch unterworfen worden sey, eine auffallende Bestätigung.

Auch der Herr Hofrath Mayer *) ist mehr der Meinung zugethan, daß die Meteormassen tellurischen Ursprungs sind. Besonders war er neugierig zu wissen, ob nicht bey den genauen Beobachtungen der Feuerkugeln und der Steinfälle der Stand des Mondes mit der Entstehung derselben in einem gewissen Zusammenhange sich befinde, indem den Beobachtungen Toaldo's, Musschenbroek's, Hemmer's, v. Humboldt's und anderer zu Folge die Witterungsveränderungen mit gewissen Ständen des Mondes einen unverkennbaren Zusammenhang hätten. Bey näherer Untersuchung fand er auch wirklich, daß fast bey allen dergleichen Phänomenen der Mond entweder in einem seiner Knoten sich befand, oder nur um einen oder zwey Tage von einem der Knoten entfernt war und daß er zugleich in jener Hälfte seiner Bahn war, worin seine Phase abnimmt, oder worin er, nach Ordnung der himmlischen Zeichen der Erde voraneilt (den Beobachter auf der Sonne gedacht). Gemeiniglich lag der Tag, worin ein solches Meteor beobachtet wurde, näher dem letzten Viertel als dem Vollmond oder Neumond und fiel öfters selbst in diese Quadratur, während der Mond sich

---

*) Commentationes societ. Reg. scientiar. Goetting. Class. mathem. Tom. XVI. p. 64. sq.

zugleich in der Knotenlinie befand. Bisweilen fielen im Mondeslauf, welcher der Beobachtung des Meteors vorangingen, der Tag des letzten Viertels und der Durchgang des Mondes durch die Knotenlinie beynahe zusammen, so daß diese Mondspunkte vorzüglich unsere Atmosphäre geneigt zu machen schienen zur Erzeugung der Feuerkugeln, und der mit ihnen herabfallenden Steine, obgleich, von diesen Standpunkten des Mondes angerechnet, bisweilen noch ein Zwischenraum von einigen Tagen nöthig sey, um ein solches Meteor zur Reife zu bringen.

Der Herr Prof. Schweigger *) ist mit einigen Folgerungen des Herrn Ruhland nicht ganz einstimmig. Selbst wenn bey fortgesetzter Prüfung nach Mayer's Beobachtungen sich durchgängig, wenigstens in den meisten Fällen, der Zusammenhang jener Meteore mit gewissen Mondesständen und atmosphärischen Verhältnissen noch befriedigender nachweisen ließe, als solches bis jetzt schon geschehen sey; so würde es doch höchst unwahrscheinlich bleiben, daß diese Meteormassen den von der Luft nach Art der Miasmen aufgelösten terrestrischen Theilen ihren Ursprung verdankten. Eine solche blos atmosphärische Theorie der Meteorsteine habe nämlich mit dem unwiderleglichen Einwurfe zu kämpfen, welcher von der Höhe, woraus dieselben meistens herabfielen hergenommen werde. Berechne man die Dünne der Luft in solchen Höhen, so sehe man leicht, daß wenn auch zu so hohen Regionen die unten aufgelösten metallischen und erdigen Theile hinaufgeführt werden sollten, dennoch, um nur einen Meteorstein von mittlerer Größe hervorzubringen, Luftmassen von der Größe ganzer Welttheile zersetzt, und das Metallische und Erdige was sie enthielten, wie durch ein Wunder, auf einen Punkt zusammengeführt werden müßte. Wolle man auch annehmen, daß sich die Masse nur erst im Herabfallen vermehre; so werde

*) Journal für Chemie u. Physik. B. XII. S. 417. ff.

Nach diesen von Herrn **Chladni** gemachten Abtheilungen der vom Himmel herabgefallenen Massen führt er nun die in seiner Sammlung befindlichen meteorischen Substanzen in chronologischer Ordnung an, und begleitet sie mit einigen Bemerkungen.

Da nun alle vom Himmel herabgefallene meteorische Massen einerley Bestandtheile besitzen, so war es natürlich, die Folge zu ziehen, daß sie auch auf einerley Art entstanden seyn müssen. Die Erklärung ihrer Entstehung ist aber mit Schwierigkeiten verbunden, und die Naturforscher haben sich in Hinsicht derselben in zwey Hauptpartheyen getheilt. Bey der erstern nimmt man die Voraussetzung an, daß entweder die meteorischen Massen einzelne im Weltraum herumfliegende Massen sind, welche zufällig in die Atmosphäre unserer Erde gerathen, und nunmehr vermöge der Schwere herabfallen müssen, oder daß sie wirkliche Erzeugnisse im Monde sind, von wo sie durch die Kraft der Vulkane auf unsere Erde geschleudert würden. Die zweyte Parthey hält sie für Erzeugnisse unseres Luftkreises selbst. Welche Gründe für und gegen diese Meinungen von den ältern Naturforschern sind aufgestellt worden, findet man unter dem Artikel: Feuerkugeln (Th. II. S. 437. u. Th. VI. S. 425. ff.) angeführt. In den neuern Zeiten sind durch neuere Thatsachen andere Gründe zur Unterstützung dieser oder jener Hypothese hinzugekommen, welche im Wesentlichsten angeführt werden müssen.

Herr **K. J. Ruhland** *) behauptet mit Recht, daß man beym Vorkommen der meteorischen Massen zuerst auf alle Umstände, welche sie begleiten, zu sehen und genau mit einander zu vergleichen habe, um auf solche Art Thatsachen aufzufinden, aus welchen der Ort ihrer Entstehung außer allem Zweifel gefolgert werden könne. Wenn wir besonders auf die in der Luft befindlichen fremden Bestandtheile, über welche **Moscati** neue Un-

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. VI. S. 14. ff.

tersuchungen angestellt hätte (m. s. Th. IX. S. 758.), mehr unsere Aufmerksamkeit hinlenken würden, so lasse sich zuversichtlich hoffen, daß man auch über die Art ihrer Entstehung etwas klärer sehen werde.

Zuerst zeige sich ein auffallender Unterschied in Hinsicht der Jahrszeit, wo Meteormassen herabfielen; von ungefähr 60 bis 70 Steinfällen kämen beynahe $\frac{2}{3}$ auf die Sommermonate May, Juni und Juli. Außer diesen fielen die meisten auf die beyden Aequinoctialzeiten März und Mitte Septembers bis Mitte Octobers, in den Wintermonaten hingegen zeigten sich Meteorsteinfälle entweder gar nicht oder sehr wenig. Noch auffallender sey der Unterschied in Hinsicht der Tageszeit; die meisten Steinfälle ereigneten sich von Mittag bis Mitternacht, und besonders von 3 Uhr Nachmittags bis nach Sonnenuntergang.

Selbst in Ansehung der geographischen Lage der Oerter scheine ein beträchtlicher Unterschied bey dieser Erscheinung obzuwalten. Mit der Entfernung eines Ortes vom Aequator schienen sie abzunehmen; aber außerdem müsse noch ein anderer Grund in der Natur des Landes selbst liegen, da die Menge der Steinfälle in Italien, Deutschland und dem südlichen Frankreich außer allem Verhältniß mit den andern Ländern stehe.

Den Beobachtungen zu Folge ereigneten sich Steinfälle am häufigsten bey heiterm, sehr milden und stillen Wetter, weniger bey theilweise bedecktem Himmel, gar nicht bey gleichförmig bewölktem Himmel, bey allgemein verbreitetem Regen- oder Schneefall und großer Kälte. Milde und stille und sonst ungewöhnliche Witterung scheine bey Entstehung solcher Erscheinungen Bedingung zu seyn. Auch sehr heftige Gewitter seyn manchmal mit Steinregen begleitet.

Auf den Stand des Barometers sey bisher noch wenig Rücksicht genommen; das Thermometer dagegen stehe in Verhältniß der Jahrszeit, des Ortes u. s. w. fast immer hoch. Nach dem Verlauf des Meteores sey

es aber merkwürdig, daß eine bald mehr, bald minder bedeutende Abkühlung der Luft eintrete, welche dann immer einige Tage nach dem Aërolithenfalle anhalte.

Der Ursprung der Aërolithen aus einer Wolke sey besonders merkwürdig. Gewöhnlich sey diese Wolke sehr concentrirt, abgerundet und sehr schwarz, und scheine sich oft nach der vorherrschenden Farbe der nachher aus ihr fallenden Aërolithen selbst zu richten. Daß diese Wolke nicht zufällig sey, sehe man ferner daraus, daß aus ihr das donnerähnliche Rollen und Getöse komme, sie während desselben in einer beständigen Formänderung und Bewegung sich befinde, und aus ihr jedesmal die Steine fielen. Es sey sehr wahrscheinlich, daß diese Wolke jedesmal die Entstehung der Meteorsteine begleite, und daß, wenn sie in dem kleinern Theil der angegebenen Fälle nicht beobachtet wurde, dies daher rühren möchte, daß sie zur Nachtzeit sich ereigneten, und die Beobachtung erst dann angestellt wurde, nachdem die Feuerkugel sich bereits von der Wolke getrennt habe.

Die Größe solcher Feuerkugeln, welche in mehreren Fällen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ deutsche Meilen im Durchmesser betrügen, und aus welchen eine Steinmasse herausfalle, stehe mit dieser herabfallenden Masse in dem größten Mißverhältnisse, indem der ganze Steinfall öfters nur aus einer oder wenigen Kugeln bestehe, die, wenn sie als eine runde Masse gedacht würden, oft kaum einen oder höchstens zwey Fuß im Durchmesser hätten. Um hier Uebereinstimmung zu finden, sey man nothwendig gedrungen anzunehmen, daß der dynamische Zustand der Aërolithen so lange er noch als Feuerkugel, und wenn er später als Meteorstein sich zeige, ein ganz verschiedener sey. Man könnte dies so zu erklären suchen, daß die Größe des Meteors von einer dichten Menge Dünste herrühre, die den Stein, als ihren Körper, umgäben, und aus ihm hervordrängen; allein woher diese Dünste, da die Kugel fast durchaus metallisch sey, und außer dem Schwefel keine Körper enthalte, die zu einer solchen Dampf-

bildung geschickt wären? Auch ständen das helle Licht, welches diese Erscheinungen begleite, und welches ganz demjenigen gliche, das an Feuerkugeln bemerkt werde, so wie die erstaunlichen damit verbundenen Explosionen, die doch gewöhnlich auf 20 und mehrere Meilen gehört würden, mit der Kleinheit der Kugel oder der einzelnen fallenden Steine im gänzlichen Widerspruche. Rührte ferner die Größe der Erscheinung blos von Dünsten her, so würden dieselben in dem Verhältnisse, als sie von der Kugel als ihrem Centrum sich entfernten, sich immer mehr verdünnen, und sich nach außen allmählig verlieren; so aber unterscheide man immer den wirklichen Körper des Meteores von großer Ausdehnung und um ihn erst die Dünste, unter der Form eines weißlichen Nebels. Setze man nun noch hinzu, daß, wenn das Meteor blos aus der metallischen Masse und aus Dünsten bestünde, es so lange nicht brennen könnte, sondern diese fast augenblicklich sich verzehren müßten, und daß es in diesem Falle wegen der Geschwindigkeit der Bewegung nie eine runde Gestalt haben würde, sondern vielmehr aus der voraneilenden Kugel und den als Schweif nachfolgenden Dünsten bestehen, somit die Form eines Kegels haben müßte, an dessen Basis die metallische Kugel sich befände, wie man dies später, wenn die Kugel sich von dem Meteor schon abgesondert habe, auch wirklich bemerke; so könne man dieses alles nur durch Annahme erklären, daß die Kugel in der ganzen Größe, in welcher sie mit Ausnahme des sie umgebenden Nebels, wenigstens vor der Explosion, gesehen würde, ein festes Continuum sey, dessen Consistenz vielmehr noch Zähigkeit, als eigentliche metallische Härte sey.

Damit stimme auch die Gestalt des Meteors überein; denn auch diese zeige dadurch, daß sie veränderlich, übrigens immer bestimmt, und genau beschrieben sey, daß man es weder mit bloßen Dünsten, noch mit einer fertigen schon festen Masse zu thun habe. Außer der Hauptmasse bemerke man an ihnen häufig noch einen Schweif;

auch dieser bestehe nicht aus bloßen Dünsten, die dem Körper nachziehen, weil sie ihm wegen der Geschwindigkeit nicht zu folgen vermöchten, sondern er scheine aus derselben Substanz wie der Aërolith gebildet zu seyn, die nur in die Hauptmasse nicht eingegangen wäre; denn man habe mehrmals bemerkt, daß auch er an einzelnen Stellen, so wie der Hauptkörper, dekrepire. Auch sey seine Größe äußerst verschieden, oft kaum merklich, oft aber erstrecke sich auch seine Länge auf Meilen.

Wenn man auch die Lichterscheinungen, welche dies Meteor begleiteten, von einem glühenden Zustande des Aërolithen ableiten wollte, in welchen die Geschwindigkeit seines Laufs ihn gesetzt haben sollte, so müßte außerdem, daß gar kein Glühen statt gehabt haben könne, auch das Glühen mit der Fallzeit zunehmen; allein es erfolge gerade das Gegentheil, manche Aërolithen nämlich, nachdem sie ausgebrannt seyn, erlöschten völlig, und kämen, ohne eigene Lichtentwickelung, auf die Erde. Ueberhaupt gleiche ihr Licht nicht dem eines glühenden Körpers, sondern es sey immer blendend weiß, brennendem Kampher ähnlich, und finde sich auch nicht gleichförmig an allen Theilen des Steins, sondern sey bey mehreren Meteoren dieser Art aus einzelnen Schlünden hervorbrechend gesehen worden, habe also offenbar von brennenden Dünsten hergerührt.

Die zu gleicher Zeit statt findenden Explosionen seyn äußerst beträchtlich, auf große Entfernungen hörbar; sie bestehen aus einer bald mehr, bald weniger großen Anzahl Schläge, die zugleich mit einem eigenen Geprassel verbunden sind, welches man bald mit Wagenrasseln, bald mit Reihenfeuer u. s. f. verglichen habe.

Die Höhe des Meteors sey allerdings in der Regel sehr beträchtlich und belaufe sich bey den bisher beobachteten auf einige deutsche Meilen. Da aber bey der Geschwindigkeit, womit das Meteor vorüberziehe, und seiner unerwarteten Erscheinung, die Bestimmung mehr in einer ungefähren Schätzung als genauen Bestimmung

bisher bestanden habe, so sey doch die Frage, ob auch wirklich bey allen die Höhe so beträchtlich gewesen sey? Auffallend sey es wenigstens und mit unsern bisherigen Kenntnissen von Verbreitung der Dünste nicht wohl vereinbar, daß man unmittelbar nach der Explosion solcher in großen Höhen zerplatzten Meteore einen sehr starken Schwefelgeruch verspürt habe, so wie auch die Steinfälle mit Gewittern, welche bekanntlich keine so beträchtliche Höhe hätten, wohl zu berücksichtigen seyn.

Die Bahn werde für parabolisch gehalten; allein der Winkel, welche die Parabel mit dem Horizont bilde, differire außerordentlich. Neuere Beobachtungen hätten überdem gelehrt, daß mehrere Aërolithen zum Theil aufwärts hüpften, und oft eine Richtung in ihrer Bewegung annähmen, welche der der Schwere gerade entgegengesetzt wäre. Die Geschwindigkeit sey bisweilen so groß, daß sie der des Laufes unserer Erde gleich komme, ja diese selbst übertreffe, mithin immer weit beträchtlicher, als sie vom bloßen Falle seyn könnte. Nach allen Beobachtungen sey die Bewegung gleichförmig, und nehme mit dem Laufe des Meteors nicht zu. Sie finde sich aber auch nicht allein bey den Aërolithen, sondern komme allen andern feurigen Meteoren ohne Steinkörper zu.

Die Zeitdauer dieser Erscheinung sey äußerst verschieden, von ¼ Sekunde dehne sie sich auf einige Minuten aus, ja bey einigen habe man die Zeitdauer in einigen Stunden beobachtet, ehe der Steinfall sich ereignet hätte.

Untersuche man nun die herabgefallenen Steine, so sey zuförderst sehr wichtig ihr Cohäsionszustand. Dieser sey durchaus nicht sogleich derselbe, nachdem sie gefallen seyn, und einige Zeit nachher. Eine Menge der bisher beobachteten sey weich gefallen, und wären sie auch wirklich bey dem Fall schon etwas erhärtet, so sey es doch selten in dem Grade gewesen, daß sie nicht Eindrücke von den Körpern, auf welche sie gefallen, erhalten hätten, oder leicht zertheilbar und leicht zwischen

den Fingern zerreiblich gewesen wären. Nachher aber seyn alle sehr schnell erhärtet.

Die Größe der herabgefallenen Steine scheine davon abzuhangen, ob der Aërolith in viele Stücke sich zertheile, oder mehr oder minder herabfalle; und ihre Form sey aus dem ursprünglich weichen Zustande leicht erklärlich. Die Temperatur derselben, frisch gefallen, sey selten die der Atmosphäre. Meist seyn sie so heiß, daß man sie nicht in den Händen halten könne, doch scheine ihre Temperatur selbst dann, wenn sie noch heiß und weich fielen, die des kochenden Wassers nicht zu übersteigen, weil sie nie, auch wenn sie Stroh und andere brennbare Materien berührten, die geringste Brandstelle zurückließen.

Von dem qualitativen Verhalten der Meteorsteine habe man behauptet, daß es immer dasselbe sey. Es zeigten auch wirklich die vielen in neuerer Zeit angestellten Analysen eine auffallende Uebereinstimmung. Indessen scheine es ihm, daß theils einzelne Bestandtheile, theils auch ganze Steine, welche der Beschreibung nach von den bisher bekannten und in den chemischen Analysen gewöhnlich aufgeführten sich auffallend unterschieden, und Ausnahmen zu machen schienen, nicht genug beachtet worden seyn.

Nach vielfacher Vergleichung finde er die Aërolithen vorzüglich mit zwey andern Naturerscheinungen zusammenfallend. Zuerst mit den nicht metallischen Feuerkugeln und feurigen Meteoren aller Art überhaupt. Diese Verbindung sey so auffallend, daß man beynahe sicher seyn könne, daß in denjenigen Jahren, in welchen viele feurige Meteore gesehen würden, auch ein oder mehrere Steinregen sich ereigneten, und umgekehrt finde man sie nicht leicht in Jahren, die sich nicht durch Trockenheit, vielfache Erscheinungen brennender Dünste u. s. f. auszeichneten. Da man außerdem wisse, daß die feurigen Meteore in solchen Jahren am häufigsten wären, in welchen Erdbeben sich ereigneten, welchen sie in der Regel unter

den mannigfaltigsten Formen vorausgingen, so finde sich damit auch ein sehr kennbarer Zusammenhang zwischen Erdbeben und Steinfällen.

Nach Aufzählung dieser Thatsachen stellt Herr Ruhland eine Prüfung über die Hypothesen von der Entstehung der meteorischen Substanzen an. Was nämlich zuerst die Annahme des lunarischen Ursprungs dieser Körper betrifft, so habe man, mit Uebergehung der von mehreren gemachten sehr triftigen mathematischen Einwürfe, zuförderst auf alle äußere Verhältnisse, unter welchen die Meteorsteine sich bildeten, wie Witterung, Luftdruck und Temperatur, Jahres- und Tageszeiten seyn, bey der Behauptung ihrer lunarischen Entstehung keine Rücksicht genommen; auch wäre allerdings nicht einzusehen, wie diese Umstände irgend eine Bedeutung für die Aërolithen haben könnten, wenn sie wirklich auf diesem Weltkörper ihre Entstehung hätten, und doch zeige sich bey einer leichten Vergleichung der einzelnen Fälle, daß alle diese Dinge für ihre Bildung nichts weniger als gleichgültig seyn. Es sey ferner durchaus nicht begreiflich, wie im letzten Fall die Wolke zum Steinfall kommen sollte, sie müßte allein an dem klaren Himmel zufällig da seyn, und die Steine durch sie, so wie durch die Gewitter, aus welchen einige Mal der Steinfall beobachtet worden, zufällig hindurchfallen, während doch aus ihr constant das Getöse komme, sie selbst während des Steinfalles in einer beständigen Bewegung und Veränderung sey und der Steinfall genau ihrer Richtung folge. Wollte man sie für Dünste erklären, die aus den Aërolithen aufstiegen, so widerlege sich dieses dadurch, daß sie und in mehreren Fällen sogar lange Zeit vor dem Aërolithen gesehen worden. Wer diese Steine aus dem Monde fallen lasse, der betrachte sie als Laven, die durch die dortigen Vulkane ausgeworfen worden; in diesem Falle seyn die damit verbundenen heftigen Dampfentwickelungen, das langsame Verbrennen dieser Dünste erst während des Durchganges dieser Steine durch die

Luft, so wie das erst spät immer erst in der Erdnähe erfolgende Zersprengen und die geringe Oxydation der metallischen Theile des Aërolithen unbegreiflich, da unsere Laven wenigstens nichts dem Aehnliches darböten. Eben so widersprechend wäre die große Ungleichheit der Bahn, die Schiefe der Richtung und der mit der Erde oft beynahe parallele Gang, so wie noch mehr das Aufwärtshüpfen eines dieser Steine, mithin eine der Schwere gerade entgegengesetzte Bewegung. Wie wolle man ferner das in Verhältniß zu einem Fall vom Mond gar nicht in Anschlag kommende Eindringen dieser Massen in die Erde, und die so äußerst geringe Fallkraft erklären, daß sie nicht einmal das Dach eines Hauses zu durchdringen vermögen? Körper vom Monde fallend, würden, wenn sie auch ein Dach träfen, gewiß nicht davon abrollen, oder, wenn man auch annehme, daß sie weich fielen, sich, so wie sie den Boden berührten, in unsichtbare kleine Theile theilen. Es müßte eben so die Dauer der Erscheinung ungefähr bey allen dieselbe, kaum durch Volumen und Schwere veränderlich, immer aber sehr kurz seyn, und nie über Sekunden sich belaufen; hier sähen wir aber den Verlauf des Meteors auf Minuten und selbst Stunden sich ausdehnend.

Dieselben Einwürfe stünden zweytens eben so der Ankunft der Aërolithen aus den Zwischenräumen der Weltkörper, sie stünden jedem Systeme, welches den Aërolithen kosmischen Ursprung geben wollte, direct entgegen. Keines könne das Verhältniß derselben zum Wetter und andern Nebenbedingungen, zu der Wolke, aus welcher ein großer Theil derselben gefallen sey, ihren ungleichen, nicht nach der Schwere der einzelnen Steine sich richtenden Fall, ihr geringes Eindringen in die Erde, das vielmehr ungeheuer seyn müßte, die Länge der Dauer dieses Meteors, und die Richtung, in welcher sie die Luft durchlaufen, erklären.

Am schlimmsten sey aber jede kosmische Theorie mit der bedeutenden Anzahl anderer Meteore daran, welche

so große Aehnlichkeit mit den Aërolithen hätten, und so deutlich in sie übergingen. Gebe man aber auch diesen kosmischen Ursprung zu, so komme man auf Absurditäten, läugne man ihn und erkläre diese für tellurische Bildungen, so trenne man nicht nur willkührlich in genauer Verbindung stehende Dinge, sondern man sey auch jetzt gerade so weit, wie vor aller Untersuchung, da nun genau dieselben Schwierigkeiten sich der Erklärung dieser andern Meteore entgegenstellten.

Zu den andern hieher gehörigen Erscheinungen rechnet Herr Ruhland die nicht metallischen Feuerkugeln, die Sternschnuppen, die an vielen Orten beobachteten Feuerregen, die Blutregen, Sandregen, viele, nicht blos aus Wasserbläschen bestehende Nebel und die sogenannten Finsternisse, welche doch gewiß tellurischen Ursprungs wären. Wollte man sich also nicht blos den Hypothesen überlassen, welche Schritt vor Schritt von der Natur widerlegt würden, so wäre man genöthigt, den tellurischen Ursprung der Aërolithen ebenfalls anzunehmen. Auch müsse uns wirklich schon der Gedanke, welche unendliche Menge nicht einfacher Gasarten, sondern sehr zusammengesetzter mit organisch verbundenen Bestandtheilen, das thierische und vegetabilische Reich täglich ausstießen, welche die Luft verschlinge, ohne daß wir eine regelmäßige Absetzung derselben, so wie es bey der wässerigen Ausdünstung der Fall sey, bisher beobachtet hätten, zu der Annahme verleiten, daß die Atmosphäre einen, diesen entgegengesetzten Proceß haben müßte, um in ihrer Integrität zu bleiben.

Auch wäre man von jeher, diese Meteore durch eine Art Excretions-Proceß der Luft zu erklären, sehr geneigt gewesen, wenn nicht vorzüglich zwey Schwierigkeiten, über welche dann die Physiker die unendlich größern auf der andern Seite zu vergessen schienen, sie bisher abgehalten hätten. Die eine sey, wie Theile, die schwerer als die Atmosphäre sind, sich in ihr doch heben könnten, die zweyte, wie metallische Theilchen, wenn sie ein-

mal in der Höhe der Luft gedacht würden, sich in ihr so lange erhalten könnten, bis sie sich zur Kugel vereinigt hätten, ohne weit früher herabzufallen.

Man könnte hier allerdings schon im allgemeinen durch die Feuerkugeln und Sternschnuppen antworten, die man doch nicht leicht auch vom Monde werde kommen lassen wollen, deren Bestandtheile sich daher auch, gleich denen der Aërolithen, von der Erde erhoben haben müßten, um sich dann in der Luft zu oft ungeheuren Klumpen gallerartigen Massen zu bilden. Es wären dies Thatsachen, die unläugbar, und demungeachtet um nichts begreiflicher seyn, als die Aërolithen selbst. Man werde aber auch außerdem in Erklärung dieser Erscheinungen weiter kommen, wenn man nur von der Ansicht derjenigen abgehe, welche, den tellurischen Ursprung derselben annehmend, sie aus abgesonderten, fein verbreiteten Metalltheilchen entstehen ließen, die sich nun zur Bildung des Steines zusammengehäuft und aggregirt hätten. Denn nehme man an, sie beständen aus Metalltheilchen, die sich in die Luft erheben und aggregiren, oder die Metalle seyn durch Wasserstoff oder andere Gasarten gebunden und verflüchtigt, und präcipitirten sich zu dem, was wir Aërolithen nennten, welches die Meinung einiger Physiker sey; so bleibe es immer unbegreiflich, wie in den bisher untersuchten Steinen, mit Ausnahme weniger, eine so große und doch zugleich so gleichförmige Mannigfaltigkeit von Bestandtheilen sich hätte bilden können. Es bliebe ferner auf diese Art die Flamme und die dieses Meteor begleitenden feurigen Erscheinungen überhaupt ganz unbegreiflich. Man wollte sie durch eine Schmelzung erklären, in welcher sich die Steine befänden, allein Proust habe hinreichend gezeigt, daß diese schlechterdings nicht statt gefunden haben könne, da bey der dazu nöthigen Rothglühehitze unmöglich nur ihre Oberfläche geschmelzt seyn könnte, während unter ihr die Eisen- Kies- und erdigen Theile krystallisirt und glänzend zurückgeblieben. Außerdem habe man in diesen

Theorien überhaupt immer nur die in die Aërolithenmasse eingehenden Metalle im Auge gehabt, und dabey den starken Erdgehalt dieser Steine außer Acht gelassen, während gerade ihre Existenz am meisten Schwierigkeit mache, da wir weder von Kieselerdedünsten u. a. je viel gehört hätten, noch alle in den Aërolithen vorkommenden Metalle oder vollends die Erden vermittelst eines in der Luft nicht einmal vorkommenden Wasserstoffs sich verflüchtigten.

Es bleibe daher keine andere Annahme übrig, als diese, daß das ganze Meteor nicht in einer Aggregation, schon vorhandener metallischer Theilchen, sondern in einer wahren Metallbildung bestehe. Die Materie derselben, aus welcher der Stein selbst seine Entstehung erhalte, bestehe wohl ohne Zweifel aus denselben gallerartigen und öhligen Theilen, welche auch den Körper der Feuerkugeln bildeten, wodurch sich dann sowohl die Größe des Meteors, als seine Entzündung, so wie die klebrige Kruste erkläre, die man an einigen Aërolithen gefunden, da man die Steine doch selbst immer nur als Residuum aus dem Processe anzusehen habe. Damit komme dann nicht nur die Natur des Wassereisens überein, das, wenn wir uns auf mehrere Erfahrungen stützen dürften, in Sümpfen aus den modernden organischen Theilen sich zu bilden scheine, und dadurch, daß es dieselben Bestandtheile wie die Aërolithen blos mit Ausnahme des Nickels habe, welcher nach Vauquelin's eigener Vermuthung wohl noch darin gefunden werden möge, einen vortrefflichen Uebergang bilde, sondern es sprächen dafür auch mehrere organische Processe, durch welche wir aus einer und derselben schleimigen und gallerartigen Materie die mannichfaltigsten Erden und auch selbst Metalle, wie das Eisen, entstehen sähen.

Richte man nun seine Gedanken auf das, was die Luft täglich in sich aufnehme, und in sich gänzlich untergehen mache, so sey es wohl sehr gegründet, Processe

nachzusuchen, durch welche sie sich des beständig Aufgenommenen auch wieder entledige, und es scheine, daß sie, so wie die wässerigen Theile, so auch diese andern unter den drey Formen, der festen, flüssigen und Bläschenform abgebe. Dadurch lassen sich also die Aërolithen selbst unter diese Niederschläge blos als einzelne Form stellen, und daraus die übrigen Erscheinungen sehr leicht ableiten, welche sie begleiten. Diese Ansicht erhalte durch Moscati's Versuche, wodurch direct der Schleimgehalt der Luft, der später und angehäuft die Feuermeteore bilde, dem Versuch unterworfen worden sey, eine auffallende Bestätigung.

Auch der Herr Hofrath Mayer *) ist mehr der Meinung zugethan, daß die Meteormassen tellurischen Ursprungs sind. Besonders war er neugierig zu wissen, ob nicht bey den genauen Beobachtungen der Feuerkugeln und der Steinfälle der Stand des Mondes mit der Entstehung derselben in einem gewissen Zusammenhange sich befinde, indem den Beobachtungen Joaldo's, Musschenbroek's, Hemmer's, v. Humboldt's und anderer zu Folge die Witterungsveränderungen mit gewissen Ständen des Mondes einen unverkennbaren Zusammenhang hätten. Bey näherer Untersuchung fand er auch wirklich, daß fast bey allen dergleichen Phänomenen der Mond entweder in einem seiner Knoten sich befand, oder nur um einen oder zwey Tage von einem der Knoten entfernt war und daß er zugleich in jener Hälfte seiner Bahn war, worin seine Phase abnimmt, oder worin er, nach Ordnung der himmlischen Zeichen der Erde voraneilt (den Beobachter auf der Sonne gedacht). Gemeiniglich lag der Tag, worin ein solches Meteor beobachtet wurde, näher dem letzten Viertel als dem Vollmond oder Neumond und fiel öfters selbst in diese Quadratur, während der Mond sich

*) Commentationes societ. Reg. scientiar. Goetting. Class. mathem. Tom. XVI. p. 64. sq.

zugleich in der Knotenlinie befand. Bisweilen fielen im Mondeslauf, welcher der Beobachtung des Meteors voranging, der Tag des letzten Viertels und der Durchgang des Mondes durch die Knotenlinie beynahe zusammen, so daß diese Mondspunkte vorzüglich unsere Atmosphäre geneigt zu machen schienen zur Erzeugung der Feuerkugeln und der mit ihnen herabfallenden Steine, obgleich, von diesen Standpunkten des Mondes angerechnet, bisweilen noch ein Zwischenraum von einigen Tagen nöthig sey, um ein solches Meteor zur Reife zu bringen.

Der Herr Prof. Schweigger *) ist mit einigen Folgerungen des Herrn Ruhland nicht ganz einstimmig. Selbst wenn bey fortgesetzter Prüfung nach Mayer's Beobachtungen sich durchgängig, wenigstens in den meisten Fällen, der Zusammenhang jener Meteore mit gewissen Mondesständen und atmosphärischen Verhältnissen noch befriedigender nachweisen ließe, als solches bis jetzt schon geschehen sey; so würde es doch höchst unwahrscheinlich bleiben, daß diese Meteormassen den von der Luft nach Art der Miasmen aufgelösten terrestrischen Theilen ihren Ursprung verdankten. Eine solche blos atmosphärische Theorie der Meteorsteine habe nämlich mit dem unwiderleglichen Einwurfe zu kämpfen, welcher von der Höhe, woraus dieselben meistens herabfielen hergenommen werde. Berechne man die Dünne der Luft in solchen Höhen, so sehe man leicht, daß wenn auch zu so hohen Regionen die unten aufgelösten metallischen und erdigen Theile hinaufgeführt werden sollten, dennoch, um nur einen Meteorstein von mittlerer Größe hervorzubringen, Luftmassen von der Größe ganzer Welttheile zersetzt, und das Metallische und Erdige was sie enthielten, wie durch ein Wunder, auf einen Punkt zusammengeführt werden müßte. Wolle man auch annehmen, daß sich die Masse nur erst im Herabfallen vermehre; so werde

*) Journal für Chemie u. Physik. B. XII. S. 417. ff.

doch die Schwierigkeit, welche aus der nothwendigen Voraussetzung einer höchst feinen Zertheilung jener hypothetisch angenommenen metallischen und erdigen von der Luft aufgelösten Theile entstehe, nur wenig vermindert.

Dagegen stünden aber auch der kosmischen Hypothese alle die Schwierigkeiten entgegen, welche Ruhland dargelegt habe. Und ohnehin werde dieselbe schon durch die große Mischungsähnlichkeit aller Meteormassen höchst unwahrscheinlich.

Herr Schweigger ist geneigt eine neue Hypothese anzunehmen, welche gewissermaßen zwischen der kosmischen und atmosphärischen in der Mitte steht. Es lasse sich nämlich auf dieselbe Art, wie der Saturnusring, der aus einer Menge einzelner Meteormassen zu bestehen scheine, um unsere Erde eine ähnliche Urmaterie gedenken, welche noch in den Himmelsregionen schwebe, wo ein der Erde näherer Mond, als der in verhältnißmäßig sehr weitem Abstande von 60 Erdhalbmessern befindliche, sich hätte bilden können. Diese Urmaterie möge sich weithin ausdehnen, zum Theil hoch über die Regionen der Atmosphäre hinaus zum Theil aber noch in dieselbe sich hinein erstrecken. Ihre Zerstreuung mache sie für uns unwahrnehmbar; aber sowohl atmosphärische Veranlassungen, als hinzukommende Einflüsse des Mondes könnten dazu beytragen, daß Theile derselben sich sammleten, verbänden und umbildeten, chemischen Gesetzen gemäß unter Feuererscheinung, und so herabstürzten zur Erde.

Dem Herrn Hofrath Muncke *) scheinen die unbezweifelten Thatsachen, daß bey unzähligen technischen Processen, und insbesondere bey vulkanischen Eruptionen eine sehr große Menge metallischer Dämpfe eben so in die Atmosphäre aufstiegen, als Wasserdämpfe, anfänglich eine leichte Erklärung zu geben, daraus die Ent-

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XXX. S. 259. ff.

stehung der Meteorolithen in der Atmosphäre zu erklären; allein er bemerkt, daß bey genauerer Prüfung, sich noch weit größere Gegengründe gegen die Meinung über die Entstehung der Aërolithen in unserm Luftkreise aufstellen ließen. Wollte man behaupten, daß sie aus Verflüchtigungen erdiger und metallischer Substanzen in der Atmosphäre gebildet würden, so wäre es nicht zu begreifen, warum gerade die am leichtesten und stärksten sich verflüchtigenden Metalle, als Arsenik, Zink u. a. in denselben gar nicht angetroffen werden.

Der wesentlichste, schon oft gemachte Einwurf gegen die Voraussetzung der Entstehung der meteorischen Massen in der Atmosphäre unserer Erde liege besonders in der unglaublichen Feinheit der Atmosphäre in denjenigen Höhen, in welchen die Meteorolithen gebildet werden müßten. Um dies deutlicher zu übersehen, dürfe man nur von 10 zu 10 Meilen die Dichtigkeit der Luft berühren. Wenn er die Temperatur an allen Stellen der Atmosphäre nahe 0 setzte; so fand er vermöge der barometrischen Formel des Herrn de Luc die Dichtigkeit der Luft in einer Höhe von 100 Meilen um 853 hunderttausendsechstillionmal dünner, als auf der Erdoberfläche. Wenn es daher wirklich gegründet sey, daß Feuerkugeln, aus welchen Meteorsteine herabfallen, in Höhen von 50 bis 80, ja sogar bis 100 Meilen beobachtet seyn, und wir wollten annehmen, daß die Substanzen in Gasform, aus deren Vereinigung sie entstehen sollen, dort nur diejenige Dichtigkeit hätten, welche der atmosphärischen Luft an jenen Orten zukommen würde, obgleich sie eigentlich weit geringer seyn müßte, daß ferner diese Stoffe den Gesetzen der Schwere gemäß sich nicht aufwärts bewegt, sondern aus den darüber liegenden Höhen herabgesenkt hätten; so würden Billionen von Cubikmeilen zu ihrer Bildung erfordert werden, deren Höhe weit über die mögliche Grenze der Atmosphäre hinausginge, und wobey die äußersten Theilchen hiernach Jahrhunderte bedürften, um bey einer Bewegung, wie die einer Kanonenkugel im gemeinschaftlichen Vereini-

gungspunkte anzukommen. Man sehe hieraus deutlich, daß diese Hypothese an ihrer innern Unmöglichkeit scheitere, und so leicht es klinge, wenn man im Allgemeinen sage: die Atmosphäre enthalte ja alle möglichen Stoffe, und verschiedenartigen Auflösungen, deren es zur Bildung der Meteorsteine bedürfe, und deren zufällige Vereinigung leicht denkbar sey; so falle doch der Widerspruch gegen die erwiesensten Naturgesetze bey genauerer Prüfung sehr bald in die Augen.

Was aber diejenige Hypothese betrifft, nach welcher die Entstehung der Meteorolithen als Produkte der Monds-Vulkane betrachtet werden, so führt Herr Muncke außer den im Artikel bereits angeführten wichtigen Einwendungen noch an, daß ihm selbst im Allgemeinen die Existenz der Monds-Vulkane noch sehr problematisch zu seyn scheine: denn der Mond zeige sich in guten Fernröhren so durchaus unbelebt, und habe so das Ansehen einer bloßen Kalk- und Erdmasse, ohne irgend eine Spur von Wasser, welches zur Erzeugung bedeutender Wurfkräfte vermittelst der Dämpfe ganz unentbehrlich sey, so daß er sich wenigstens von der Anwesenheit der Vulkane auf demselben nicht füglich überzeugen könne. Die auf selbigem beobachteten Lichtflecken möchte er lieber aus andern Ursachen, namentlich aus örtlicher Phosphorescenz, ableiten. — Ich erinnere hiebey an die neuesten Entdeckungen, welche der Herr Paula von Gruithuisen am Monde beobachtet haben will, wovon das Wesentlichste unter dem Artikel: Mond, zu finden ist. —

Herr Muncke ist der Meinung derjenigen zugethan, welche mit Chladni's zuerst aufgestellter Hypothese die Entstehung der Meteorolithen für kosmisch halten. Hiebey, bemerkt er, zeigen sich nur noch zwey Schwierigkeiten gegen die Zulässigkeit dieser Hypothese, welche allerdings einer Beachtung werth wären. Die erste liege in der großen Anzahl dieser meteorischen Erscheinungen. Rechneten wir nämlich nicht allein die großen Feuerkugeln hieher, welche Meteorsteine herabfallen ließen, son-

dern auch alle Sternschnuppen, so könnte man allerdings sagen, daß es schwer sey, hiebey stets an herabfallende kosmische Substanzen zu denken. Allein es ließen sich, bemerkt Herr Muncke, die Grenzen der Menge derselben, die sich im Weltraume bewegen möchten, nicht füglich bestimmen, besonders wenn man bedenke, daß die eigentliche Masse der kleinern Sternschnuppen nur höchst unbedeutend sey, so daß deren viele Tausende, ja wohl Millionen aus einer einzigen großen Feuerkugel gebildet werden könnten. Ueberdem sey auch noch nicht einmal die Identität der Feuerkugeln mit den Sternschnuppen völlig dargethan.

Einen zweyten Einwurf habe man aus der Erhitzung der Feuerkugeln und Sternschnuppen hergenommen, indem man nicht begreifen könnte, wie diese in demjenigen Grade, welchen die Beobachtungen zeigten, auf irgend eine Weise entstehen könne. Chladni und mehrere andere suchen dies aus der Reibung in der Luft und aus der Compression derselben zu erklären, und unterstützen diese Ansicht dadurch, daß sie zu zeigen suchen, wie die aufsteigende und sprungweise gehende Bewegung mancher Feuerkugeln gleichfalls durch den Widerstand der Atmosphäre erzeugt werde. Herr Muncke bemerkt aber, daß die letztere Behauptung eine Menge Widersprüche zu enthalten scheine; auch scheine es ihm ganz unzulässig zu seyn, die Glühehitze der Feuerkugeln aus ihrer Bewegung in der atmosphärischen Luft durch die Reibung und den Widerstand abzuleiten. Denn kein einziger Versuch habe auf diese Weise entscheidend dargethan, daß eine so große Hitze entstehe, als zum Glühendmachen so großer Metallmassen erforderlich seyn würde. Abgesehen davon wären die Feuerkugeln in Höhen von 100 ja sogar von 800 bis 1000 Meilen leuchtend, mithin auch glühend beobachtet worden, wovon wir dreist behaupten könnten, daß sich daselbst nach unsern Begriffen gar keine Luft mehr befände, mithin gar kein Entzünden statt finden könne. Nach Herrn Muncke erscheinen viel-

mehr die Feuerkugeln in unermeßlichen Höhen als leuchtende, mithin glühende, dunstförmige, den Kometen ähnliche Körper. Kommen diese nun in die Atmosphäre unserer Erde, so werden sie zusammensintern, der Schnelligkeit wegen aber nur lose und so, daß sie sich anfangs noch locker und zerreiblich zeigen; anderntheils werden einzelne Theilchen sowohl als Funken umhersprühen, wie bey verbrennendem Eisen, wodurch bey der Größe der Hitze und dem freyen Schweben dieser Körper aufsteigende, seitwärts gehende und überhaupt raketenartige Bewegungen entstehen müssen; endlich aber wird ein Theil der Gesammtmasse als ein phosphorisch leuchtender, zuweilen aber als ein rauchartiger Nebel zurückbleiben, wenn anders diese beyden Erscheinnngen nicht identisch und blos nach dem modificirenden Einflusse des Tageslichtes verschieden sind.

So scharfsinnig auch der Hofrath Muncke diese seine Ansichten zum Beweise, daß die Meteorolithen kosmischen Ursprungs sind, aufgestellt hat, so scheinen sie doch nicht allein mit den von Herrn Ruhland oben angeführten unbezweifelten Thatsachen nicht bestehen zu können, sondern es sind auch seine Haupteinwürfe gegen die Meinung, daß die Entstehung der Meteorolithen in unserer Atmosphäre erfolge, von dem Herrn Professor Fischer in Berlin und dem Lehrer Egen am Gymnas. zu Soest in Westphalen glücklich gehoben worden. In Hinsicht der Einwendung der großen Höhe mancher Feuerkugeln gegen ihren atmosphärischen Ursprung bemerkt Herr Egen *) ganz richtig, daß die Höhenbestimmungen der Meteore auf viel zu unsichern Daten beruhen, als daß nicht manche um das zwey- und mehrfache unrichtig seyn sollte. Daß in den Höhen, aus welchen Feuerkugeln kämen, und in noch entfernteren einiges vorgehe, was der Erde eigengenthümlich zugehöre, lehrten die Nordlichter. Einige Physiker gäben denselben 200 bis 300 Meilen Höhe,

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 375. ff.

und gleichwohl stünden sie mit dem Erdmagnetismus in der genauesten Verbindung; seyn daher tellurisch, nicht kosmisch. Er müsse freylich zugeben, daß in so großen Höhen, wenn das Mariotte'sche Gesetz ganz allgemein sey, was jedoch noch nicht erwiesen worden, die Luft so dünn seyn müsse, daß ein ungemein großer Bezirk alles Ponderable hätte hergeben müssen, um nur einen mäßigen Meteorstein zu bilden. Allein es könnte seyn, daß das angeführte Gesetz für so hohe Grade der Luftverdünnung nicht mehr gültig sey, oder daß die Expansivkraft mineralischer Dämpfe andere Gesetze befolgte. Lasse doch auch Herr Biot, eben kein Freund von unnatürlichen Hypothesen, die Säulen des Nordlichtes aus Eisentheilen bestehen, und sey nicht das Eisen, welches allein des mit der Elektricität in so naher Beziehung stehenden Magnetismus in höherm Grade fähig sey, ein wesentlicher Bestandtheil der Meteormassen? Ja es könnte auch seyn, daß sich dichtere Meteormassen erst in den etwas niedern Schichten der Atmosphäre bildeten. Alle diese: Es könnte seyn, würden hinreichen zu beweisen, daß sich unsere Einsicht nicht anmaßen dürfe, über Sachen bestimmt abzusprechen, wenn sie bis zur Kenntniß derselben noch nicht vorgedrungen sey, und daß es zwischen Himmel und Erde noch manches geben könne, wovon sich unsere Physik nichts träumen lasse.

Außer den von Ruhland angeführten Gründen für den tellurischen Ursprung der Meteorolithen führt Herr Egen noch folgenden höchst wahrscheinlichen an: Es habe, so lange die Menschen die Natur beobachtet hätten, die Erde ein abgeschlossenes Ganze in der Art gebildet, daß kundlich und nachweislich nichts Ponderables ihr zu- noch von ihr abgekommen sey. Hieraus folge höchst wahrscheinlich, daß alles Ponderable, was uns auf der Erde als neu vorkomme, und von dem wir weiter noch nichts wüßten, der Erde eigenthümlich angehöre. Da nun die Meteormassen solche Bestandtheile enthalten, welche allenthalben auf und in unserer Erde

gefunden werden, von den cosmischen Massen, wenn es wirklich dergleichen giebt, aber und von den Massen der übrigen Weltkörper ihre Natur und Beschaffenheit auf keine Weise dargethan werden kann; so erhellet um so mehr, daß die lunarische oder kosmische Entstehung der meteorischen Massen eine weit geringere Wahrscheinlichkeit gewähre, als die tellurische.

Herr Chladni *) hat versucht, die von Egen aufgestellten Gründe gegen den kosmischen und lunarischen Ursprung der Meteormassen zu widerlegen. Wenn sich auch die Höhen nicht mit großer Genauigkeit bestimmen ließen, so sey es doch immer unbezweifelt, daß sie da, wo correspondirende Beobachtungen seyn angestellt worden, sehr beträchtlich gewesen seyn. Viele Berechner hätten auch nicht das Größere dem Großen vorgezogen, sondern lieber die Größen so angegeben, wie sie bey einer mäßigen Schätzung wenigstens anzunehmen seyn.

Den von Egen beygebrachten Grund für den tellurischen Ursprung der Meteormassen: daß nämlich unsere Erde ein abgeschlossenes Ganze bilde, wo nachweislich nie etwas Ponderables dazu oder davon gekommen sey, sucht Chladni, aber, wie mich dünkt, mit schwachen Gründen zu widerlegen. Er bemerkt zuerst, daß die angeführte Meinung zwar eine gewöhnliche, aber ganz willkührliche, angenommene sey (nach meiner Meinung nicht ganz willkührliche, sondern vielmehr aller Analogie gemäß die höchst wahrscheinlichste), welche mehr gegen sich, als für sich habe, und durch welche unsere Ansichten von Bildung der Weltkörper und von den darauf vorfallenden Veränderungen sehr beengt würden. Wenn auch wirklich die Bestandtheile der Meteorsteine sich auf unserer Erde fänden, so sey dies noch gar kein Grund für den tellurischen Ursprung derselben, indem dieser Umstand vielmehr es höchst wahrscheinlich mache, daß die Natur bey Bildung der Weltkörper sich ziem-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXV. S. 247. ff.

lich derselben Materialien, die wir auch auf unserer Erde fänden, möge bedient haben: wiewohl es auch eben so wahrscheinlich sey, daß sie auf verschiedene Weise auf verschiedenen Weltkörpern möchten angeordnet und zusammengesetzt seyn, und daß auf manchen mehr und auf manchen weniger von demselben Material vorhanden seyn möchte. Ueberhaupt finde sich nach den vortrefflichen Beobachtungen von Schroeter, weit mehr Aehnlichkeit zwischen unserer Erde und einigen andern Weltkörpern unsers Sonnensystems, als mancher ohne diese Beobachtungen würde vermuthet haben.

Gesetzt, man wolle gern zugeben, daß alle übrige Weltkörper unter sich eine größere Aehnlichkeit hätten, als wir vermutheten, so ist vors erste diese Aehnlichkeit durch unläugbare Thatsachen noch nicht so bewiesen, daß wir sie als wirklich anzunehmen berechtigt wären; und wenn sie es zweytens auch wirklich wäre; so müssen wir doch gewiß diese Hypothese, nach welcher die tellurische Entstehung der Meteorsteine mit derselben Wahrscheinlichkeit erwiesen werden kann, als diejenige, welche für den kosmischen oder lunarischen Ursprung spricht, als die wahrscheinlichere annehmen, indem dafür immer die unläugbare Thatsache spricht, daß unsere Erde beständig ein abgeschlossenes Ganze bilde, von welchem weder was Ponderables wegkomme noch zu welchem dergleichen hinzukomme.

Der Herr Prof. Fischer *) hat besonders der wichtigsten Einwendung gegen den tellurischen Ursprung der Aërolithen, welche von der außerordentlichen Höhe hergenommen ist, durch eine Berechnung zu begegnen gesucht. Nach den sehr sorgfältigen Abwägungen der Luft, welche von den Herren Biot und Arrago sind ausgeführt worden, wäge ein Preußischer Cubikfuß Luft bey 0° Temperatur, und 28 Par. Zoll Barometerhöhe, nahe

*) Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1820 — 1821. Berl. 1822. 4. S. 11. ff.

an 2¾ Preußische Loth. Hieraus folge, daß eine einzige Cubikruthe gegen 148 Pfund, also mehr als 1⅓ Centner wiege. Entständen also Meteormassen in den untern Gegenden der Atmosphäre, so würden sehr mäßige Lufträume zu ihrer Bildung hinreichen. Es sey aber die Luft in den höchsten Gegenden, wo die meteorischen Massen entstünden, weit dünner, und müßte man daher auch hierüber die gehörige Berechnung anstellen. Nach dem allgemeinen Gesetze der Abnahme der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft in den größern Höhen würden also in einer Höhe von 10 Meilen ungefähr 1000 Cubikruthen, in einer Höhe von 20 Meilen 1000000 Cubikruthen Luft eben so viel wiegen, als 1 Cubikruthe an der Erdfläche. Ja wolle man sogar annehmen, daß die in einer solchen Höhe befindliche atmosphärische Luft nur 1 pro mille fremder Dünste enthalte, so wurde ein Luftraum von 1000 Millionen Cubikruthen, welches nicht mehr als ungefähr der achte Theil einer Cubikmeile sey, in einer Höhe von 20 Meilen, 148 Pfund an fremdartigen Stoffen enthalten. Selbst ein hundertmal größerer Raum, der Stoff zu einem Meteorstein von 14800 Pfund enthielte, würde in der Höhe von 20 Meilen von der Erde aus gesehen nur unter einem Winkel von etwas mehr als 16 Grad erscheinen. Selbst eine augenblickliche Vernichtung einer solchen Luftmasse würde die Atmosphäre schwerlich in Aufruhr bringen. In den höchsten Gegenden würde sie freylich heftige Bewegungen hervorbringen; allein bey der großen Dünnheit der dort befindlichen Luft sey es kaum glaublich, daß dadurch große Bewegungen in den untersten Gegenden des Luftkreises entstehen könnten.

Außer andern Thatsachen, aus welchen Herr Fischer den tellurischen Ursprung der Meteormassen abzuleiten sucht, führt er noch einen merkwürdigen Umstand an, welchen Herr Chladni bekannt gemacht hat, und welcher der Voraussetzung, daß die Meteormassen in der Atmosphäre unserer Erde entstehen, sehr günstig ist.

Herr Chladni bemerkt nämlich, daß, wo man Gelegenheit gehabt habe, eine solche Erscheinung von ihrem ersten Entstehen an zu beobachten, gewöhnlich ein mehr ausgebreiteter Lichtschimmer an der Stelle der Erscheinung vorausgegangen sey, wovon in einer Anmerkung ein sehr merkwürdiges Beyspiel angeführt wird. Herr Chladni nimmt hiebey an, daß in diesem Falle die Masse in Staubgestalt zur Atmosphäre komme, und sich dann erst eine einzige zusammenhängende Feuerkugel bilde, wenn sich diese Staubwolke bey ihrem Eintritt in den Luftkreis entzünde. Herr Fischer bemerkt aber, es sey ihm unbegreiflich, wie sich diese Staubwolke in einen einzigen Körper vereinigen sollte, wenn gleich jedes Stäubchen geschmolzen wäre; da die Cohäsionskraft, die allein ein solches Zusammenfließen bewirken könne, nur bey der Berührung, oder nur in unendlich kleiner Entfernung wirksam sey, aber bey der allerkleinsten endlichen Entfernung unendlich schwächer als die Schwere sey. Ein solches Zusammenfließen könnte daher nur durch eine von außen her wirkende, und den Staub mechanisch gegen einander treibende Kraft bewirkt werden. Es sey aber nicht zu begreifen, woher eine solche Kraft kommen sollte, besonders da die Hitze des glühenden Staubes nothwendig ein Abstoßen der Luft nach allen Seiten hervorbringen müsse. Dagegen schließe sich diese Erscheinung so gut an die Voraussetzung des tellurischen Ursprungs, daß es scheine, als habe man die Natur gleichsam in dem großen Laboratorium des Luftkreises, bey der Erzeugung einer Feuerkugel oder eines Meteorsteins belauscht. Denn habe sich eine Art Elektricität an einem Orte hinlänglich gehäuft, und befänden sich daselbst Dünste, welche einer Reduction durch Elektricität empfänglich seyn, so werde unstreitig die erste Wirkung darin bestehen, daß sich die Elektricität, wie immer, mit Blitzesschnelle durch die ganze empfängliche Dunstmasse verbreite, und sie durch die beginnende Reduction leuchtend mache, woraus ein matter, aber ausgebreiteter Lichtschimmer entstehen müsse. Ein solcher Licht-

schimmer, der vielleicht einen Durchmesser von mehreren Graden habe, könne aber in einer Höhe von mehr als 20 Meilen Stoff zu den größten Meteorsteinen enthalten. Der Lichtschimmer könne aber nicht von langer Dauer seyn; denn sobald die Reduction vollendet sey, trete wegen des stetigen Zusammenhanges aller Theile des Dunstes die Cohäsionskraft in ihre völlige Wirksamkeit ein, und ziehe plötzlich die ganze reducirte Masse in einen einzigen Körper zusammen.

Obgleich noch manches Schwierige bey der Hypothese, welche den Ursprung der Meteormassen in die Atmosphäre unsrer Erde setzt, zurückbleibt, so scheint sie aus den bisher angeführten Umständen, welche gewöhnlich bey Entstehung derselben sich vorfinden, weit befriedigender zu seyn, als jede andere, weil sie die Vorgänge natürlicher und mit aller Analogie übereinstimmender erklärt.

Miasmen (Miasmata) (N. A.) (von dem Griechischen Worte μίασμα, Verunreinigung), heißen Dünste oder Ausdünstungen, welche, wenn sie in Berührung mit dem thierischen Körper kommen, verschiedene Krankheiten erregen können, wie z. B. das Blatterngift, die Pest, das Gift der Masern, des Keuchhustens, des Scharlachfiebers, des gelben Fiebers u. d. gl. Man war sonst wohl der Meinung, daß der gesunde Einfluß der atmosphärischen Luft auf den thierischen Körper blos in einem gewissen bestimmten Verhältnisse der Mischung von Sauerstoff- und Stickstoffgas zu suchen sey; allein mit Hülfe der Eudiometer ergab sich sehr bald, daß diese Meinung auf einem Irrthume beruhe, und daß die Heilsamkeit der Luft für den thierischen Körper von andern Substanzen abhange, die bis jetzt den Naturforschern gänzlich entgangen sind. Die Herren Thenard und Dupuytren *) waren die ersten, welche mittelst eines Versuches über den in der atmosphärischen Luft aufgestiegenen unreinen und die Gesundheit des thierischen

*) Annales de Chimie. Tom. LXXXII. p. 330.

Körpers angreifenden Stoff einiges Licht verbreiteten. Nachher hat besonders Moscati [α]) in Italien mehrere Versuche über die in die Luft aufgestiegenen Miasmen, welche sich theils in sumpfigen Gegenden, theils in Umgebungen großer Hospitäler vorfinden, angestellt, und fand, daß sie ganz die Natur einer thierischen Substanz hatten. Indessen sind diese giftigen Effluvien von den Chemikern noch so wenig untersucht, daß von ihrer wahren Beschaffenheit nichts bestimmtes angeführt werden kann. Nach Herrn Ure's [β]) Meinung bestehen sie wahrscheinlich aus Wasserstoff verbunden mit Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff und Stickstoff in noch unbekannten Verhältnissen und Zuständen der Verbindung. Am sichersten und zweckmäßigsten werden diese ansteckenden Stoffe neutralisirt oder unschädlich gemacht durch Salpetersäure, Salzsäuregas und Chlor. Die beyden letztern sind am wirksamsten, können aber nur an solchen Orten angewendet werden, wo der Kranke während der Anwendung entfernt werden kann. Salpetersäuredunst kann aber ohne große Unbehaglichkeit in den Krankenzimmern verbreitet werden. Die Entdeckung, die schädlichen Substanzen in der Luft durch Räuchern mit Säuren zu zerstören, gehört Guyton de Morveau an, welcher durch den Versuch, den Leichengeruch in einer Kirche zu Dijon mittelst Räuchern mit gemeiner Salzsäure zu zerstören, darauf geleitet wurde. Die Räucherung mit Salzsäure-Superoxydul geschieht auf folgende sehr leichte Art: Man mengt z. B. 1 Loth feingeriebenen Braunstein mit 4 Loth zerstoßenem Kochsalze; gießt dann ein Gemisch von 3 Loth concentrirter Schwefelsäure und 6 Loth Wasser in eine Theetasse, stellt diese auf einen warmen Stubenofen, oder im Sommer über eine Lichtflamme, so daß sie gelinde erwärmt wird, und setzt dann das Salzgemenge nach und nach in

α) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. V. S. 323.

β) Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure a. d. Engl. übersetzt. Weimar 1825. 8. S. 693. Artikel: Miasmata.

kleinen Portionen zu, so daß die Stubenluft immer so viel gasförmiges Superoxydul enthält, als man ohne Beschwerde vertragen kann.

Für diejenigen, welche an Brustkrankheiten leiden, bedient man sich lieber der Salpetersäure, und entwickelt sie auf die Art, daß man concentrirte Schwefelsäure in eine Theetasse gießt, und Salpetersäure in kleinen Parthien zusetzt. Das Gemenge muß lauwarm erhalten werden, damit die Säure Gasgestalt annimmt.

Mikrometer (Zus. z. S. 579. Th. III.). Es war dem Herrn D. **Wollaston** *) geglückt, durch mehrere versuchte Mittel, Silber- Gold- und besonders Platindrähte zu einer fast unglaublichen Feinheit zu ziehen. Er erhielt Platindrähte, welche nur $\frac{1}{4000}$ und $\frac{1}{5000}$ Zoll dick waren, und sich beyde ganz vortrefflich zu Mikrometern und Fadennetzen für den astronomischen Gebrauch eigneten. Ja er brachte die Feinheit der Platindrähte bis zu $\frac{1}{30000}$ Zoll Durchmesser. Um nun die Dicke dieser feinen Drähte mit mehr Genauigkeit zu messen, als dies mit den bisherigen Instrumenten möglich war, verfertigte er sich aus einer einzigen convexen Glaslinse von $\frac{1}{12}$ Zoll Brennweite ein kleines Mikrometer. Es hat dasselbe von außen die Gestalt eines gewöhnlichen Fernrohrs, das aus drey Röhren besteht. Die Stelle des Objektivglases nimmt ein Maasstab ein, welcher aus kleinen Drahtstücken von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke, die Seite an Seite liegen und folglich gleiche Theile geben, mit regelmäßiger Abwechselung in ihrer Länge, um sie leicht zählen zu können, zusammengesetzt ist. Die kleine Convexlinse befindet sich in der Stelle des Okulars, hinter welchem sich in der Röhre desselben ein Schieber mit ein Paar auf einander liegenden ebenen Gläsern, zwischen welchen der zu messende Gegenstand eingeschlossen wird, befindet, wodurch der Gegenstand seitwärts hin und her bewegt werden kann, um ihn vor jedem Theil des an der Stelle des Objektivs befindlichen

*) Gilbert's Annalen der Physik B. LII. S. 284 ff.

Maasstabes zu bringen. Uebrigens läßt sich die convexe Glaslinse etwas dem zu betrachtenden Gegenstand nähern oder von ihm entfernen, damit derselbe dadurch bey der Vergrößerung die gehörige Deutlichkeit erhalte.

Nun ist noch der Werth der Theile des Maasstabes genau zu bestimmen, welche sich beständig ändern, je nachdem man die Röhre, in welcher sich die Convexlinse befindet, weiter herauszieht. In Wollaston's Instrument entsprach jeder einzelne Theil des Maasstabes, wenn er von der Convexlinse 16,6 Zoll abstand, $\frac{1}{10000}$ Zoll. Und da bey kleinen Winkeln die scheinbare Größe in eben dem Verhältnisse abnimmt, als die Entfernung zunimmt, so hatte bey einem Abstande von $8\frac{1}{10}$ Zoll von der Convexlinse jeder einzelne Theil des Maasstabes den Werth von $\frac{1}{5000}$ Zoll. Der Werth von $\frac{1}{1000}$ Zoll mehr oder weniger entsprach einer Veränderung im Abstande um 1,66 Zoll; und hiernach war an der äußern Seite der Röhre, worin das Convexglas sich befand, der Länge nach ein Maasstab aufgetragen.

Um mit einem solchen Mikrometer irgend einen Gegenstand zu messen, hat man nur nöthig in irgend einer zufälligen Lage der Röhre die Zahl, welche am äußern Längenmaasstabe abgeschnitten wird, als Nenner, und die Zahl von Theilen, welche der Gegenstand auf dem innern Maasstabe zu bedecken scheint, als Zähler eines Bruchs zu schreiben, so hat man die Größe des Gegenstandes in Theilen eines Zolles.

Besser ist es aber, man schiebt die Röhre so lange herein- oder herauswärts, bis der Gegenstand irgend eine Menge von Eintheilungen ganz genau deckt, weil dieses (da man dann Bruchtheile vermeidet) mehr Zuverlässigkeit und eine leichtere Rechnung giebt.

Die geringste Größe, welche die Eintheilung dieses Instrumentes noch zu messen erlaubt, ist kleiner als das Auge zu schätzen vermag beym Heraus- oder Hineinschieben der Röhre. Wenn z. B. die wirkliche Größe des Gegenstandes $\frac{1}{9900}$ Zoll beträgt, so kann sie $\frac{1}{10000}$ oder

$\frac{1}{9800}$ Zoll zu seyn scheinen, in welchem Falle die Ungewißheit auf $\frac{1}{50}$ der ganzen Größe steigt. Die Verschiedenheit, bemerkt **Wollaston**, ist jedoch hier ausnehmend klein in Vergleichung mit dem kleinsten Theile der Eintheilung anderer Instrumente, welche dem Namen nach bis auf denselben Theil messen. Es könne wohl ein Mikrometer mit einem eingetheilten ebenen Glase in dem Brennpunkte des Objektivs ebenfalls bis auf $\frac{1}{10000}$ Zoll herabmessen, allein die beyden nächsten Theilstriche stünden um wenigstens $\frac{1}{3000}$ Zoll weit von einander ab, und obgleich das Auge erkennen könne, daß die Wahrheit zwischen beyden liege, so erhalte es doch keine Bestimmung, die bis auf einen halben Theil der Eintheilung ginge. Dagegen behauptet aber Herr Prony *), daß sich allerdings auf ein ebenes Glas Linien ziehen lassen, welche selbst noch die feinsten der **Wollaston**'schen Drähte an Feinheit überträfen. Es war der Künstler Herr Richer im Stande, sehr scharfe und feine Eintheilungen auf Glas zu machen, welche bis auf $\frac{1}{100}$ eines Millimeters und selbst noch weiter herabgingen. Herr Prony setzte sich mit Hülfe eines solchen eingetheilten Glases ein Instrument zusammen, mit welchem die feinsten Gegenstände in Ansehung ihrer Größe sich aufs genaueste unter einander vergleichen ließen, und gab ihm daher den Namen Vergleicher (Comparateur). Um ein solches Instrument zu besitzen, hat man folgende drey Stücke dazu nöthig:

1. Ein Planglas, auf welches beliebig viel Millimeter aufgetragen sind, und einer derselben in 100 gleiche Theile eingetheilt ist, mit längern Strichen für 10, 20, 30 u. s. und mit minder verlängerten Strichen für 5, 15, 25 u. s. dieser Theile, damit man die Zehntel und die halben Zehntel des Millimeters auf den ersten Blick erkennen könne. Dieses Glas kommt zwischen dem Er-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LII. S. 329 ff.

leuchtungsspiegel und der Objektivlinse eines Mikroskops zu stehen.

2. Muß in den Brennpunkt des Mikroskops eine gerade Linie von der allerhöchsten Feinheit gebracht werden, welche bestimmt ist, sich auf dem Planglase in dem Zwischenraume zwischen zwey nächsten Theilstrichen so darzustellen, daß dieser Raum von $\frac{1}{100}$tel Millimeter sich mittelst ihrer, durch Schätzung noch bis auf $\frac{1}{1000}$tel Millimeter herabtheilen lasse. Hiezu fand Prony auch den allerfeinsten Platindraht, den er nur bekommen konnte nicht hinreichend. Er brachte daher in den Brennpunkt des Mikroskops ein ebenes Glas, auf welches Richer zwey gerade, unter einem rechten Winkel sich kreuzende Linien, mit einer solchen Feinheit und Schärfe gezogen hatte, daß, wenn sich eine derselben zwischen zwey nächsten Theilstrichen der Glasschale projicirte, das Verhältniß, worin die Abstände derselben von den nächsten Theilstrichen zu der einen und denen zu der andern Seite stand, mit Leichtigkeit geschätzt werden konnte.

3. Ein messingenes Lineal, an dessen einen Ende das Glas, worauf die $\frac{1}{100}$tel eines Millimeters aufgetragen sind, so befestigt ist, daß die Längen der Theilstriche senkrecht auf die Länge des Lineals stehen, und an dessen andern Ende sich ein stählerner Ansatz oder Kopf befindet, mit welchem die Enden der mit einander zu vergleichenden linearen Maaße in Berührung gebracht werden. Ueberdem muß noch ein anderer fester Kopf an dem Brette oder an dem Tische, welcher die Maaße und alle Apparate trägt, angeschraubt und recht fest gehalten seyn.

Will man zwey lineare Maaße mit einander vergleichen, so legt man sie so, daß ihre Axen die Axen der Lineale, und die Mittelpunkte der Theilstriche auf dem Glase sich genau in geraden Linien befinden, und das eine Maas an seinem einen Ende mit dem festen an dem andern mit dem beweglichen Kopfe in Berührung ist. Das Mikroskop, welches von demselben Brette

oder Tische gehalten wird, worauf die Theile des Apparates und die linearen Maaße liegen, muß auf eine der Theilungen des Glases so gerichtet seyn, daß man (vorläufigen Versuchen, oder den schon nahe bekannten Verhältnissen beyder Maaße zu Folge) sich darauf verlassen kann, daß das zweyte Maas, wenn man damit dieselbe Anordnung trifft, vor der Eintheilung auf dem Glase ein $\frac{1}{100}$ oder ein $\frac{1}{200}$ Millimeter unter einen Theilstrich bringt, welches alsdenn bestimmt werden muß, indem man es in den Brennpunkt des Mikroskops versetzt; das Mikroskop aber muß, nachdem die Collimation in Beziehung auf den Anfang der Theilungen erhalten worden ist, während der ganzen Vergleichung der beyden linearen Maaße unverrückt bleiben.

Dabey muß der Apparat so eingerichtet seyn, daß sich das Glas mit der Eintheilung zwischen dem Spiegel und der Objektivlinse des Mikroskops stellen läßt. Und wünscht man, daß sich die Linie im Brennpunkte des Mikroskops genau über die Anfangslinie der Theilung bringen lasse, so muß der Träger des Mikroskops an die Spitze einer feststehenden horizontalen Schraube und Nuß grenzen, und sich mittelst derselben längs eines Lineals, welches mit den zu vergleichenden linearen Maaßen parallel ist, hin und her verschieben lassen. Der Parallelismus zwischen der Linie im Brennpunkte und den Theilstrichen läßt sich leicht erreichen, durch Drehung des Mikroskops mit bloßer Hand in dem horizontalen Ringe, von welchem es umgeben ist.

Nachdem die Collimation der Linie im Brennpunkte mit einem der Theilstriche auf dem Glase recht sorgfältig bewirkt und berichtigt worden ist, nimmt man das erste Linearmaaß weg und bringt das zweyte an die Stelle desselben, indem man das eine Ende desselben gegen den beweglichen Kopf stemmt, und diesen verschiebt, bis man das andere Ende mit dem festen Kopfe in Berührung gebracht hat. Sind beyde Maaße nicht gleich, so verändert sich hiebey der Punkt der Collima-

tion, und die Größe, um welche das zweyte Maas seinen ersten Theilstrich von derjenigen Eintheilung entfernt, mit welcher die Collimation für das erste Maas hervorgebracht worden war, giebt den Längenunterschied beyder Maaße. Ihn mißt die Zahl von Millimeter und von $\frac{1}{100}$, eines Millimeter, welche zwischen den beyden nach einander bestimmten Collimations-Punkten liegt.

Mikroskop (Zus. z. S. 602. Th. III.). Durch die größere Vervollkomnung der dioptrischen Mikroskope waren die catoptrischen verdrängt und beynahe gänzlich vergessen worden. Der Herr Prof. Bapt. Amici zu Modena *) brachte ein katadioptrisches Mikroskop zu Stande, durch welches er eine so große Vergrößerung des Objektes bewerkstelligen konnte, als kein dioptrisches Instrument zu erreichen vermag. Es hat dasselbe folgende Einrichtung:

Ein horizontales, 12 englische Zoll langes und 1,1 Zoll im lichten weites messingenes Rohr mit zwey Metallspiegeln sind die Haupttheile dieses Mikroskops. Ein elliptischer Hohlspiegel von demselben Durchmesser als das Rohr, und ein kleiner ebener Spiegel von ovaler Gestalt, wie sie ein Cylinder von 0,5 Zoll Durchmesser giebt, den man unter einem Winkel von 45° mit der Axe durchschneidet. Der elliptische Hohlspiegel befindet sich an dem einen Ende des Rohres, und steht so, daß seine Axe in die des Rohres fällt; der eine Brennpunkt der Ellipse, nach der er geschliffen ist, steht 2,6, der andere 12 Zoll von dem Scheitel des Spiegels, oder dem Punkte in seiner Mitte, ab, welchem zu Folge die große Axe dieser Ellipse 14,6 Zoll und ihre Eccentricität 0,644 Zoll ist. Der kleine Planspiegel ist an einem Fuße im Innern des Rohres so befestigt, daß sein Mittelpunkt sich in der Axe des Rohrs und des Hohlspiegels, 1,5 Zoll von dem Mittelpunkte dieses entfernt, befindet, mit seiner unter 45° gegen diese Axen geneigten polirten Oberfläche nach unten

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVI. S. 255. ff.

gekehrt, und einer kleinen Oeffnung in der Wand des Rohrs zugewendet, unter der am Stative, ½ Zoll vom Rohre abstehend, der bewegliche Objectenträger angebracht ist. Zur Beleuchtung des Objekts dienen zwey metallene Hohlspiegel; ein durchbrochener unter der offenen Stelle des Tubus, der sich herauf und herab bewegen läßt, und zur Beleuchtung dunkeler Gegenstände von oben her dient; und der gewöhnlich große, an dem Stativ angebrachte Beleuchtungsspiegel von 3 Zoll Durchmesser und höchstens 2½ Zoll Brennweite. Beyde vereinigt geben die vollkommenste Beleuchtung des Gegenstandes von allen Seiten. Der Planspiegel wirft die Strahlen, welche auf denselben fallen, auf den elliptischen Hohlspiegel zurück, der sich an dem einen Ende des Rohrs befindet, und dieser macht an dem entgegengesetzten Ende des Rohrs ein Bild, welches man durch die vergrößernden Okulareinsätze, die hier eingeschraubt werden, betrachtet.

Nach Herrn Amici sind diese angeführten Dimensionen die bequemsten, weil sich bey ihnen ein großer Grad von Wirkung erreichen und die stärksten Vergrößerungen anwenden lassen, ohne daß man das Objekt dem Rohre näher als $\frac{1}{12}$ Zoll zu bringen braucht; eine Entfernung, bey der die vollste Beleuchtung, selbst bloße Erleuchtung von oben, angebracht werden kann, und sich Gegenstände von nicht bedeutender Größe, ohne daß man sie zu zerstückeln braucht, kleine Thiere selbst lebend betrachten lassen. Ueberhaupt sind nach Amici die Vorzüge, welche sein katadioptrisches Mikroskop darbietet, folgende:

1. Die horizontale Lage des Rohres erlaubt sitzend und ohne den Kopf zu beugen, und daher bequemer, ruhiger und anhaltender zu beobachten, als mit dioptrischen Mikroskopen von gewöhnlichem Baue, in die man von oben herab sieht.

2. Die Vergrößerungen lassen sich schnell verändern, indem man dazu blos anderer Okulare bey unverändertem Abstande des Objektes bedarf. Dioptrische Mikro-

skope erfordern dagegen für jede andere mikroskopische Linse einen andern Abstand des Objektes von ihr, und zeigen daher das Objekt fast nie in derselben Lage und aus demselben Gesichtspunkt wie zuvor.

3. Da das Objekt in dem katadioptrischen Mikroskope bey allen Vergrößerungen unverändert an derselben Stelle, und zwar ½ Zoll von dem Körper des Instruments entfernt bleibt, so lassen sich damit Gegenstände, welche in Flüssigkeiten liegen, und Thiere, die in ihnen schwimmen, sehr gut, und bey jeder Vergrößerung beynahe in gleicher Tiefe betrachten; indeß in den gewöhnlichen Mikroskopen, wegen Kürze der Brennweite bey den stärksten Vergrößerungen, die Linse mit der Oberfläche der Flüssigkeit fast in Berührung gebracht werden muß.

4. Zur Beleuchtung läßt sich auch eine Lampe oder Kerzenlicht gebrauchen, da die Flamme ohne Belästigung des Beobachters sehr nahe an den Beleuchtungsspiegel gebracht werden kann.

5. Da bey Metallspiegeln keine Farbenzerstreuung statt findet, so stellen diese die Gegenstände schärfer dar, als dioptrische Vorrichtungen, und in ihren wahren Farben. Auch geben sie ein weit deutlicheres und helleres Bild, da der elliptische Spiegel nur eine, mikroskopische Linsen mehrere krumme Flächen haben, und jener eine verhältnißmäßig größere Oeffnung gestattet. Daher verträgt er auch stärkere Vergrößerungen.

Uebrigens gebrauchte Amici dieses Mikroskop vorzüglich zur genauern Beobachtung des Kreislaufs der Pflanzensäfte in allen Theilen.

(Zusatz z. S. 603. Th. III.). Obgleich in den neuern Zeiten die dioptrischen einfachen und zusammengesetzten Mikroskope einen fast unglaublichen Grad der Vollkommenheit erhalten haben, wovon besonders die optischen Werkzeuge, die von den Herren Utzschneider und Fraunhofer verfertigt werden, zu empfehlen sind, so bemerkt

doch Herr Brewster *), daß man bisher vernachlässigt habe, das Mikroskop so einzurichten, daß es für die besondere Art von Präpariren sich recht schicke, welche wesentlich nothwendig sey, um sehr kleine Objekte hinreichend lange zu erhalten und in einem unveränderten Zustande zu betrachten. Aus allen mikroskopischen Untersuchungen erhelle nämlich hinreichend, daß das Schwierigste bey diesen Beobachtungen das Erhalten und Präpariren der kleinen Thierchen und anderer Objekte sey, die man untersuchen wolle. Die Thierchen schrumpfen gleich nach dem Tode zusammen und verlieren ihre natürliche Gestalt; so auch die kleinen Theile der Pflanzen, wenn man sie an der Luft stehen läßt. Nach Hr. Brewster soll man daher einen solchen kleinen Gegenstand der Luft gar nicht aussetzen, sondern ihn in eine Flüssigkeit bringen, in welcher er eine Zeitlang unverändert erhalten werden kann, um in selbiger denselben durch ein besonders Mikroskop betrachten zu können. Zur Erreichung dieses Zwecks hat er dem Mikroskop folgende Einrichtung gegeben:

Es erhalte das zusammengesetzte Mikroskop eine Objektivlinse, deren vordere in die Flüssigkeit zu tauchende Fläche einen Halbmesser besitze, welcher ungefähr 9 mal so groß als die Brennweite der Linse sey, und deren Halbmesser der hintern Fläche nur $\frac{3}{5}$ dieser Brennweite betrage. Diese Linse kitte man in ihre Röhre mit einem Kitte ein, welcher der Einwirkung des Wassers und des Weingeistes widersteht, und treffe die Einrichtung so, daß dieses Rohr sich in alle Richtungen bewegen lasse, damit man es dahin bringen könne, daß die Axe der Objektivlinse mit den Axen der übrigen Linsen des Mikroskops genau zusammen falle. Ferner muß man mehrere recht helle und durchsichtige Glasnäpfchen, von 1 bis 3 Zoll Tiefe zur Hand haben, welche einen völlig ebenen Boden besitzen, damit der Spiegel durch dasselbe

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 162 ff.

hindurch den Gegenstand hinlänglich erleuchten könne. In eines derselben gieße man die Flüssigkeit, in welcher man den zu untersuchenden Gegenstand aufgehoben oder präparirt hat, und thue den Gegenstand selbst hinein, auf einem geschliffenen Glase liegend oder befestigt. Man setze dann das Gefäß auf den gewöhnlichen Objektenträger des Mikroskops, und bringe die Objektivlinse mit der Flüssigkeit in Berührung, so daß die von dem Gegenstand ausgehenden Lichtstrahlen aus derselben unmittelbar in die Linse eintreten. Die Strahlen werden dann zwar von der Linse weniger gebrochen, als wenn sie aus der Luft in die Linse treten; doch vermehrt dieses ihre Brennweite nur wenig, weil die Vorderfläche der Linse äußerst flach ist; und der Gegenstand ist daher leicht in den gehörigen Abstand von der Linse zu bringen. Auf solche Art lassen sich alle Gegenstände mit ihren feinsten Theilen eben so betrachten, als wenn sie noch im Leben wären, und nicht die geringste Veränderung durch Einwirkung der Luft, Wärme u. s. f. erlitten hätten.

Auch läßt sich die einfache Objektivlinse eines solchen Mikroskops sehr leicht, ohne daß man ihr eine andere Linse hinzuzufügen braucht, achromatisch machen. Das Bild des Gegenstandes kömmt an der Stelle zu Stande, wo es stehn würde, wenn sich der Gegenstand in der Luft befände, und man ihn durch eine Linse betrachtete, welche aus einer planconcaven, aus der Flüssigkeit bestehenden Linse und der Objektivlinse zusammengesetzt wäre. Nimmt man also eine Flüssigkeit, deren farbenzerstreuende Kraft größer ist, als die des Kronglases, und giebt der Vorderfläche einen dem Unterschiede der beyden zerstreuenden Kräfte entsprechenden Halbmesser, so erscheint das Bild frey von allen Hauptfarben des Farbenbildes. Die Flüssigkeiten, welche sich nach Brewster hiezu am besten eignen, sind: Cassiaöhl, Aniesöhl, italien. Kümmelöhl, Gewürznelkenöhl, Sassafrasöhl, Fenchelöhl, Frauenmünzenöhl, Pimentöhl. Diese Oehle stehen hier in der Folge ihres Zerstreuungsvermögens, und

wenn die vordersten gebraucht werden, so muß der Halbmesser der Vorderfläche der Objektivlinse größer seyn, als wenn man die hintersten nimmt. Indessen sind bey Anwendung dieser Flüssigkeiten zu achromatischen Objektiven die Erfahrungen des Herrn Fraunhofer, daß nämlich die Wärmeveränderung einen zu beträchtlichen und sehr ungleichförmigen Einfluß auf die Flüssigkeiten äußert, wohl zu berücksichtigen (M. s. Fernröhre, achromatische. Th. IX. S. 45.)

Milchzuckersäure. (Zus. zu S. 608. Th. III.) Fourcroy gewann dieselbe Säure aus den Gummiarten durch Behandlung mit Salpetersäure, und nannte sie daher schleimigte Säure, Schleimsäure (acidum mucosum, acide muqueux), gegen welche Benennung sich doch Berthollet vorzüglich dieserwegen erklärte, weil der Milchzucker offenbar eine zuckerartige Substanz sey, und nicht alle Gummiarten dieselbe Menge dieser Säure liefern. Nach den Versuchen des Herrn Tromsdorff [α]) hat die bey der trockenen Destillation der Schleimsäure sich sublimirende krystallinische Substanz alle Eigenschaften der Bernsteinsäure. Allein Houtou-Labillardiere entdeckte, daß diese sublimirte Säure eine eigene Säure ausmache, und gab ihr den Namen einer brenzlichten Schleimsäure (acide pyromucique). Nach seiner Analyse besteht sie aus folgenden Bestandtheilen:

Kohlenstoff	—	—	52,118
Sauerstoff	—	—	45,806
Wasserstoff	—	—	2,111

und ihre Sättigungscapacität beträgt 7,635 oder ⅙ ihres Sauerstoffgehalts.

Nach Gay-Lussac und Thenard [β]) sind die Bestandtheile dieser Säure:

Kohlenstoff	—	—	33,69
Sauerstoff	—	—	62,69
Wasserstoff	—	—	3,62
			100,00

α) Journal der Pharmacie. B. XVII. St. 1. S. 59. ff.
β) Recherches phisico-chimiques. Tom. II. p. 298.

In Verbindung mit der Lehre der chemischen Verhältnisse bestimmte Berzelius *) das Verhältniß der Bestandtheile dieser Säure also:

Kohlenstoff	— —	34,39
Sauerstoff	— —	60,88
Wasserstoff	— —	4,73
		100,00

Es kommt daher diese Säure in ihrer Zusammensetzung nach Berzelius der Weinsteinsäure nahe, unterscheidet sich doch aber von dieser durch Sättigungscapacität, welche 7,6 oder $\frac{1}{8}$ ihres Sauerstoffgehaltes ausmacht.

Der Milchzucker wird in der Schweiz als ein Handelsartikel im Großen bereitet, und man hat davon zweyerley Arten: Milchzucker in Tafeln und Milchzucker in Krystallen. Der erstere wird bereitet, wenn man abgerahmte Milch durch Laab zum Gerinnen bringt, sie durch ein linnenes Tuch seihet, und hierauf beym langsamen Feuer die Molken bis zur Honigdicke verdunstet. Man zerschneidet sodann die eingedickte Masse in Tafeln, und trocknet diese in der Sonne.

Aus dem Milchzucker in Tafeln wird der krystallisirte Milchzucker auf folgende Art bereitet: Man löst denselben in Wasser auf, klärt die Auflösung durch Eyweis, verdunstet sie nach dem Filtriren bis zur Honigdicke, und läßt sie dann in der Ruhe krystallisiren. Sollten diese Krystallen noch nicht die gehörige Weiße haben, so werden sie von neuem im Wasser aufgelöst, und man verfährt alsdann mit dieser Auflösung eben so, wie vorhin, u. s. f.

Obgleich der Milchzucker nach den chemischen Untersuchungen mehrerer Chemiker manches Aehnliche mit dem gewöhnlichen Zucker hat, so ist er doch von diesem in vielen Stücken wesentlich verschieden; unter andern besonders dadurch, daß der Milchzucker ganz unfähig ist, in die weinige Gährung zu kommen.

*) Lehrbuch der Chemie. B. I. Dresden 1823. 8. S. 594.

Die Milchsäure, welche Scheele zuerst als eine eigenthümliche Säure aufstellte, wurde von Fourcroy, Vauquelin, Thenard und Bouillon-Lagrange für eine wahre Essigsäure gehalten, welcher etwas thierische Substanz beygemischt ist. Berzelius aber hat gezeigt, daß sie eine eigenthümlichere Säure sey. Sie besitzt folgende Eigenschaften: Wenn sie so stark als möglich concentrirt worden ist, so krystallisirt sie sich nicht, sondern erscheint von der Consistenz eines Syrups; ihr Geschmack ist nicht besonders stark; die Lakmustinktur röthet sie aber merklich; setzt man sie in einer Retorte der Einwirkung des Feuers aus, so schmelzt sie, blähet sich auf, und giebt dieselben Produkte, wie die Pflanzensäuren; Wasser und Weingeist lösen sie sehr leicht auf; mit Kali, Natron, Ammonium, Baryt, Kalk, Talkerde, Alaunerde und Bleyoxyd bildet sie zerfließende Salze; bringt man diese Säure mit Zink oder Eisen in Berührung, so werden diese Metalle davon angegriffen und aufgelöst, zugleich entweicht Wasserstoffgas; auf Wismuth, Antimon, Kobalt, Zinn, Quecksilber, Silber und Gold äußert sie keine Wirkung. Nach Berzelius ist diese Säure nicht allein in der Milch enthalten, sondern kommt auch frey oder an eine Grundlage gebunden in allen thierischen Flüssigkeiten vor.

M. s. Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. X. S. 145. ff. S. 321. f. Klaproth's chemisches Wörterbuch: Supplementbd. B. III. S. 737. ff.

Mineralien (Zus. z. S. 610. Th. III.). Die Untersuchungen der Mineralien haben in den neuern Zeiten durch die großen Fortschritte in der Chemie eine außerordentlich reiche Ausbeute gegeben. Bisher war nämlich dasjenige System, in welchem die Mineralien nach den äußern Formen und Gestalten geordnet wurden, und welches Werner auf einen sehr hohen Grad der Vollkommenheit gebracht hatte, das allgemein beliebteste, und selbst sein würdiger Schüler und Nachfolger, der Herr Prof. Mohs in Freyberg, huldigte der Meinung,

daß in der Mineralogie nichts geognostisches, nichts chemisches und nichts geographisches passe. Mohs *) nahm in seinem neuen Systeme, das sich ebenfalls auf äußere Kennzeichen gründet vorzugsweise drey zur Grundlage seiner Classification an: Crystallform, Härte und specifisches Gewicht. Besonders schätzt man an diesem Systeme die Eintheilung der Crystallformen in vier besondere Hauptklassen, nämlich: 1. die Tessular- oder regulairen Formen, 2. die prismatischen, 3. die rhomboidalen und 4. die pyramidalen Formen. Eine jede von diesen wird ein System von Formen genannt, und ein jedes solches System hat einen ihm eigenthümlichen Einfluß auf die Polarisation des Lichtes, wobey jedoch die dritte und vierte Classe dieselbe Art von Wirkungen hervorbringen, indem diese Krystalle blos eine Axe von doppelter Brechung haben, während das prismatische System deren zwey, und das regulaire drey hat, welche gegeneinander rechtwinklicht sind, und einander aufheben, so daß keine doppelte Brechung entsteht. Das Princip, welches Mohs bey seiner Eintheilung der Mineralien zum Grunde legte; ist jedoch schon von dem würdigen Herrn Professor Weiß in Berlin in mehreren Abhandlungen in den Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Berlin ausgesprochen worden. Ob es nun gleich gewiß ist, daß die wissenschaftliche Anordnung der Mineralien nach den äußern Kennzeichen vorzüglich dem Bergmann äußerst wichtig, und vor allen andern zu empfehlen ist, so ist es doch auch nicht zu leugnen, daß die Mineralogie, als ein Theil der allgemeinen Chemie, durch chemische Anordnung der Mineralien, als ächte naturgemäße Wissenschaft zu entwerfen ist, wie Herr Berzelius β) in einer

---

*) Grundriß der Mineralogie. 2 Theile. Dresden 1824. 8.

β) Versuch durch Anwendung der elektrisch-chemischen Theorie und der chemischen Proportionslehre ein rein wissenschaftliches System der Mineralogie zu begründen, in Schweigger's Journal für Chemie und Physik B. XI. S. 193. B. XII. S. 17. ff.

eigenen Abhandlung auf eine sehr genügende Art dargethan hat. In den neuern Zeiten hatte auch Haüy sein mineralogisches System auf chemische Grundlage gebauet. Es wurde dasselbe aber aufgestellt, noch ehe die Entwickelung der Chemie es so ausführlich und consequent, als es jetzt möglich ist, auszuführen zuließ. In den neuern Zeiten sind die Bestandtheile der Mineralien von mehreren Chemikern, besonders aber von Klaproth mit möglichster Genauigkeit ihrer relativen Quantitäten bestimmt; es konnte aber noch kein Gesetz für ihre gegenseitige Verbindung wahrgenommen werden; alles war nur noch ungeformtes rohes Material zu einem künftig zu errichtenden Gebäude. Indessen wurden die Lehren in der Chemie durch die schnellsten Fortschritte zu einer fast unglaublichen Höhe der Vollkommenheit erhoben; die Zusammensetzung der sonst für einfach gehaltenen Erden und Alkalien wurden entdeckt, die chemischen Proportionen wurden aus einer sehr großen Menge genau angestellter Versuche entwickelt und die Lehre der Elektricität wurde mit der Chemie mehr und mehr verschwistert, indem es sich ergab, daß alle Zusammensetzungen auf entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften bey den Körpern beruhen, daß sie positiv und negativ elektrische Bestandtheile enthalten, und daß folglich in den oxydirten Verbindungen ihre Säuren und Basen anzutreffen sind. Bey dieser schönen Vorbereitung in dem großen Felde der Chemie war es nur nöthig, die Mineralogie mit derselben in eine nähere Vergleichung zu bringen, um hier dieselben Gesetze der gegenseitigen Verhältnisse der Elemente wieder zu erkennen, und in der ungeheuren Menge erdartiger Mineralien zu finden, daß Säuren und Erden hier dieselben Verbindungsgesetze befolgen, wie bey den Versuchen in chemischen Werkstätten. Daraus bildete sich für die Mineralogie ein chemisches System, welches auf derselben Grundlage, wie die Chemie, ruht, eine Grundlage, welche nicht willkührlich verändert werden kann. Statt daß sie sonst

nur ein Verzeichniß von nicht genau gekannten unorganischen Naturprodukten war, wird sie nun zu einer wirklichen Wissenschaft erhoben. Haüy hatte in der neuen Ausgabe seiner Mineralogie bedeutende Modificationen in seinem ursprünglich aufgestellten Systeme gemacht; allein neuere Fortschritte in der Chemie stellten Resultate auf, welche sehr oft seinen festgesetzten Grundsätzen entgegen waren. Haüy's berühmter Nachfolger in der Mineralogie, Herr Brongniart hat daher das chemische System als Grundlage für seine Vorlesungen und für die neue Auflage seines Handbuchs der Mineralogie angenommen. Seine Eintheilung ist kürzlich folgende:

I. Mineralien, welche nach dem Princip für die unorganische Natur, d. h. aus binairen Verbindungen zusammengesetzt sind. Hierunter werden drey Hauptclassen gerechnet

1. **Metalloide**, nämlich: Sauerstoff, Chlor, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, Arsenik, Tellur, Kohle, Boron und Silicium.

2. **Alkali- und Erden bildende Metalle**, nämlich: Zircon, Aluminium, Yttrium, Glycium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Sodium, Potassium.

3. **Eigentliche Metalle**

a. **Elektro-positive**: Cerium, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Uran, Zink, Zinn, Wißmuth, Bley, Silber, Palladium, Quecksilber, Gold und Platin.

b. **Elektro-negative**: Titan, Columbium oder Tantalum, Antimon, Wolfram, Molybdän und Chrom.

II. **Mineralien**, welche nach dem Princip für die organische Natur d. h. aus ternären Verbindungen zusammengesetzt sind.

Honigstein, Bernstein, Retinasphalt, Bitumen, Steinkohle und Braunkohle.

Es hat also Herr Brongniart bey der Bildung der chemischen Familien die Ordnung nach einem streng elektro-chemischen Princip nicht befolget, indem er z. B. sein System mit elektro-negativen Körpern anfing und schloß. Dagegen richtet er sich mit wenigen Ausnahmen nach dieser Ordnung bey der Aufstellung der Species unter jeder Familie. Auf eine geschickte Art verband er die Familie Silicium mit der ungeheuren Menge erdartiger Fossilien, unter welche er am gehörigen Orte die Salze einstreuete, und hierin wich er hauptsächlich von Haüy's System ab.

In Deutschland war der Herr Geheimerath und Professor, Ritter v. Leonhard [a]) der erste, der sein mineralogisches Handbuch nach dem chemischen Systeme entwarf. Für die chemischen Familien, welche von ihm Gruppen genannt werden, ist er dem elektro-chemischen Princip vollständig gefolget, wich aber davon bey der Aufstellung der einzelnen Species unter jede Gruppe wieder ab.

Da die Chemie immer größere und größere Fortschritte macht, und die Mineralien mit möglichster Genauigkeit der chemischen Analyse unterworfen werden; so wird ohne Zweifel die Zeit kommen, wo auch diejenigen Mängel, welche der chemischen Anordnung der Mineralien noch ankleben sollten, werden verbessert, und die Mineralogie zu einer wahren Wissenschaft wird erhoben werden.

Mohnsäure, Mekonsäure, Opiumsäure (acidum meconicum) (N. A.) Diese Säure ist ein Bestandtheil des Opiums. Der Entdecker derselben ist Herr Sertüner, der sie im Jahre 1816 bekannt machte, und auf folgende Art gewann [β]): Nachdem Sertüner den einen Bestandtheil des Opiums, das **Morphium**,

---

[a]) Handbuch der Oryctognosie. Heidelberg 1821. 8. Naturgeschichte des Mineralreichs, ein Lehrbuch für öffentliche Vorträge. Heidelberg 1825. 8.

[β]) Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 56. ff. B. LVII. S. 183. ff.

aus einer Opiumauflösung mittelst Ammonium geschieden hatte, setzte er der rückständigen Flüssigkeit eine Auflösung von salzsaurem Baryt zu. Auf diese Art entstand ein Niederschlag, welcher als eine vierfache Verbindung, aus Baryt, Morphium, Menkonsäure und Extractivstoff gehalten wurde. Der Extractivstoff wurde durch Alkohol, und der Baryt mittelst Schwefelsäure weggebracht, worauf die Mekonsäure nur noch mit einem Theile Morphium verbunden blieb. Durch mehrmalige Auflösungen und Abdampfungen wurde diese Säure auch von letzterm befreyt. Durch Sublimation erhielt er lange farbenlose nadelförmige Krystalle. In diesem Zustande besaß sie alle Eigenschaften einer starken Säure, und zeichnete sich durch eine große Neigung zum Eisenoxyd aus, welches sie im salzsauren oxydirten Eisen mit schöner kirschrother Farbe anzeigte. Nach den Erfahrungen des Herrn Sertüner ist diese Säure eines der schrecklichsten Gifte für den thierischen Körper, und dieser Bestandtheil des Opiums mag wohl ohne Zweifel die Ursache seyn, warum das Opium als Arzeneymittel mit Behutsamkeit gebraucht werden muß.

Robiquet *) prüfte Sertüner's Methode, die Mekonsäure zu gewinnen, und suchte sie aus dem Opium selbst in größerer Menge, als sie Sertüner gehabt hatte, auszuscheiden. Er schied nämlich aus der Opiumauflösung das Morphium mittelst gewöhnlicher Magnesia aus, und behandelte die rückständige Magnesia zuerst mit Alkohol, um das Morphium vollends noch auszuziehen, und dann mit sehr verdünnter Schwefelsäure, welche die Magnesia fast gänzlich auflösete, und nun stark die Eisenauflösungen röthete. Hierauf setzte er salzsauren Baryt hinzu, wodurch der Niederschlag rosenroth ward und aus mekonsaurem und aus schwefelsaurem Baryt bestand; ersteren zersetzte er durch schwache Schwefelsäure, und gewann auf diese Weise eine größere

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVII. S. 169. ff.

Menge Mekonsäure. Im reinen Zustande hat diese Säure folgende Eigenschaften: sie ist weiß, und stellt sich in verschiedenen Gestalten dar, in langen Nadeln, in vierseitigen Blättchen, mannichmal auch in Verästelungen, welche aus sehr länglichten Octaëdern bestehen. Sie schmelzt in einer Wärme von 120 bis 125° Cen. und sublimirt sich dann sogleich, ohne sich dabey im mindesten zu zersetzen. Sie ist sehr auflöslich so wohl im Wasser als im Alkohol. Sie röthet die Lackmustinktur. Uebrigens läugnet Robiquet, daß sie in einer Auflösung von salzsaurem Eisen letzteres Metall niederschlage. Nach Herrn Vogel ist aber ihre Kraft, Eisenauflösungen zu röthen, so stark, daß man sie als ein noch weit empfindlicheres Entdeckungsmittel des Eisens als selbst das blausaure Kali soll betrachten können.

Auch Herr Choulant [α]) beschäftigte sich mit Zerlegung des Opiums, und es gelang ihm, eine reine Mekonsäure auf folgende Art zu gewinnen: er rieb 6 Drachmen von mekonsaurem Baryt mit eben so vieler glasartiger Boraxsäure zusammen, und schüttete das Gemenge in einen kleinen Kolben, den er oben mit fest angefügter Blase bedeckte. Der Kolben kam in ein Sandbad, und das Feuer wurde allmählig verstärkt. Die Mekonsäure sublimirte sich in Gestalt schöner weißer Schuppen oder Blättchen. Auch bemerkt Choulant noch, daß diese Säure in Auflösungen von salzsaurem Eisen das letztere als unvollkommenes Oxyd alsdenn niederschlage, wenn die Auflösungen erwärmt werden. Ueberdem hat auch Choulant das Verhalten der Mekonsäure zu den Metallsalzen näher untersucht.

Mond (Zus. zu S. 652. Th. III.). Herr Schubart [β]) hat über die physische Constitution des Mondes

---

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVI. S. 350. ff.
β) traité d'astronomie théorique, 1822. gr. 4. 3 Tomes. Tom. II. Buch IV.

fast einerley Meinung mit Herrn de la Place. Er bemerkt nämlich, die Beobachtung der Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen scheine zu beweisen, daß der Mond von einer durchsichtigen Flüssigkeit umgeben sey, welche das Licht von der geraden Richtung ablenke; allein diese Atmosphäre müsse sich sehr von der Atmosphäre unserer Erde unterscheiden. Die Wirkung der Sonnenstrahlen löse die meisten Körper in Dünste auf, welche letzteren also in die Mondsluft aufsteigen, sich daselbst zu wolkenartigen Verdichtungen ansammlen und zuweilen einen Theil des Mondskörpers verdecken müßten. Man werde aber nie die geringste Veränderung, weder im Glanze noch in der Atmosphäre des Mondes wahrnehmen. Dieser Himmelskörper besitze also keine dichte Luft, welcher wir Hitze, Regen, kurz alle Quellen des thierischen und Pflanzenlebens verdankten; ja die Unveränderlichkeit seiner Flecke scheine sogar anzudeuten, daß seine Oberfläche von einer undurchdringlichen Härte sey. Mit einem Worte, der Mond stelle sich als ein harter und kalter für Geschöpfe unserer Natur unbewohnbarer Körper dar: entweder habe er den dazu nöthigen Grad von Ausbildung, welchen vulkanische Processe erst einleiteten, noch nicht erreicht, oder aber, er befinde sich, nachdem seine diesfallsige Bestimmung schon erfüllt sey, in einem vorübergehenden Zustande eiteler Unfähigkeit. Sey der Mond mit einer der Refraction fähigen Atmosphäre umgeben, so müsse der Anfang einer jeden Bedeckung um das Doppelte der Refraction im Horizonte verzögert, und das Ende um eben so viel beschleunigt werden, weil der erste und letzte Strahl des Lichtes, beym Durchgange durch diese Atmosphäre, eine gegen den Mondkörper hin hohle, durch die Refraction zweymal gebogene Curve beschreibe. Allein die genauesten Beobachtungen hätten gezeigt, daß dieser Einfluß unmerklich sey, und daß die Horizontalrefraction im Monde, wenn sie wirklich existire, noch keine 2″ betrage, und also tausendmal kleiner sey als auf unserer Erde. Die

Mondsluft müßte also tausendmal dünner seyn, als unsere Atmosphäre, welches das vollkommenste Vacuum übertreffe, das wir mit unsern besten Maschinen hervorzubringen im Stande wären. Uebrigens ist Schubart mit Schröter und Herschel und andern der Meinung, daß der Mond besonders vulkanischer Natur sey. Gegen diese letztere Meinung haben aber in den neuesten Zeiten die Herren Piazzi α) und besonders Gruithuisen β) genauere Beobachtungen entgegengestellt. Letzterer bemerkt, daß zwar Schröter aus seinen mühsamen Beobachtungen des Cleomedes habe darthun wollen, daß durch die nach dem Neumonde so oft gesehenen falschen Schatten und durch die scheinbaren Gestaltänderungen der darin sich findenden einfachen Hügel in Circellen, man berechtigt wäre, auf vulkanische Eruptionen zu schließen; allein das vierfüßige Herschel'sche Teleskop Schröter's sey nicht hinreichend gewesen, diese falschen Schatten als wahre zu erkennen; ihm sey es aber geglückt, durch seinen Fraunhofer'schen 30zölligen Tubus, sie zu enträthseln. Herr Gruithuisen ist der Meinung, daß es auf dem Monde, vielleicht so lange er unsere Erde begleitet, nie vulkanische Eruptionen gegeben habe, wenigstens sey auf derjenigen Oberfläche, die er uns darbiete, durchaus nicht die geringste Spur von Vulkanität zu finden. Die Ringgebirge, welche von 12 bis 50 deutsche Meilen und darüber im Durchmesser besäßen, für Krateröffnungen zu erklären, sey im höchsten Grade absurd, indem der Mond aus selbigen seinen ganzen Inhalt hätte ausspeyen müssen, und gleichwo könne man neben ihnen nicht die geringste Spur von etwas Ausgespiehenem z. B. Lava u. d. g. antreffen. Wo die Schwere zu gering sey, als daß sie in großen Tiefen die atmosphärische Luft zur salpetrigen Säure verdichte, entstünden auch, selbst beym Zutritt von Wasser, keine solche chemische Processe, welche im Stande seyn, vul-

α) Astronomie deutsche Uebersetzung. II. S. 198.
β) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. II. S. 257. f.

kanische Wirkungen hervorzubringen. Es sey ihm wohl bekannt, daß man auch aus spitzigen Bergen im Monde habe Vulkane machen wollen; allein dieses thäten nur diejenigen, welche sie bey sehr guter Atmosphäre der Erde und mit sehr starken, präcisen Fernröhren nicht gesehen hätten; denn alle diese Berge besäßen sehr deutliche und zum Theil sehr scharfe, gerade Kanten, was bey Vulkanen nie der Fall sey, und durchaus entdecke man weder bey denselben Lava, noch an ihnen eine Kraeröffnung, noch die Zuckerhutgestalt.

Ueberhaupt haben in den neuesten Zeiten die Herren Kunowsky und Gruithuisen mittelst Fraunhofer'schen sehr vollkommenen Fernröhren die Mondfläche mit der größten Genauigkeit durchmustert, an manchen Stellen weit mehrere Erhöhungen und Vertiefungen wahrgenommen, als alle vorhergehende Beobachter dieses Begleiters unserer Erde, und den Mond weit ähnlicher mit unserer Erde gefunden, als man wohl glaubt. Indessen scheint Herr Gruithuisen in seinen Behauptungen und Folgen, die er aus seinen Beobachtungen auf die physische Beschaffenheit dieses Weltkörpers gezogen hat, etwas zu weit gegangen zu seyn. Es ist der optische Winkel, unter welchem so kleine Gegenstände auf der Mondfläche in der Entfernung des Mondes von unserer Erde auch dem besten Auge in der möglichsten Vergrößerung des vollkommsten Fernrohrs erscheinen, noch so äußerst geringe, daß es selbst bey den jetzigen so vollkommenen optischen Werkzeugen keinen Menschen auf unserer Erde vergönnt ist, mit einer solchen Bestimmtheit die betrachteten Gegenstände zu bezeichnen, als sie Herr Gruithuisen ausgiebt, wofern nicht eine starke Einbildungskraft dasjenige ersetzt, was an einer genauen und sichern Beobachtung fehlt. Es will nämlich Herr Gruithuisen in dem Mondfleck, welcher von dem berühmten verewigten Astronomen Schröter den Namen erhalten hat, im westlichen Theile desselben, im 8ten Grade der östlichen selenographischen Länge und im 6ten

der nördlichen Breite, wallartige Gestaltungen entdeckt haben, welche einen colossalen, unsern großen Städten sehr ähnlichen, Bau im Monde darstellen sollen. Die Hauptresultate seiner Beobachtungen sind folgende: 1. diese ungewöhnliche Mondgestaltung fällt einem jeden geübten Auge, beym ersten Blicke sogleich als — Kunstwerk auf; 2. es hat von Ost nach West und von Nord nach Süd, soweit die Kunst daran merklich ist, einen Durchmesser von wenigstens fünf geographischen Meilen; 3. es befindet sich beynahe in der tiefsten, dunkelsten Landschaft des Mondes, ist selbst fast so dunkel als dessen Umgebung im Osten, und liegt in der Nähe des Aequators; daher es sammt der ganzen Umgegend alle Erfordernisse zu einer außergewöhnlichen Fruchtbarkeit hat; 4. das ganze Gebäude ist genau nach den Weltgegenden angelegt; 5. doch geht die Richtung der Seitenzüge desselben nicht nach Ost oder West, sondern genau nach Südost und nach Südwest; 6. der von Süd nach Nord gehende, einen ungeheuren geraden Wall vorstellende, Mittel- oder Stammzug, und noch mehr der von Südost nach Nordwest sich richtende, die westlichen Seitenzüge einschließende Wall, ist vollkommen geeignet, den dort von der ausgedehnten Gebirgshöhe aus Südwest kommenden kalten Passatwind zu brechen; 7. die Hauptzüge dieses Gebäudes sind mathematisch regulair, in Winkeln von 45° und 90° gestellt; 8. gegen Ost und Südost hin ist dieses architectonische Ganze allenthalben geöffnet, und die beyden, durch einen Kunstwall unter sich verbundenen großen Berghügel in Nord und Nordwest scheinen mit jenem nicht zusammen zu hangen; 9. das sternschanzenartige Gebilde auf der Nordostseite weicht ganz von der hier sich als normal zeigenden Bildung ab, ist indessen doch mittelbar mit dem Ganzen in ununterbrochener Communication; im Süden dieses Kunstgebäudes, und gleich dabey am südlichen letzten Wällzuge, so wie in Westen, außen an den zwey großen Hügeln, befindet sich jedesmal ein, mit einer tief eingesenkten

Centralfläche versehener Ringwall. Alle diese natürlichen Gegenstände zeichnen sich theils durch ein zufälliges Verändertseyn, theils durch periodische Veränderungen aus, und deuten damit auf Wirkungen der Willkühr. Die erstere Centralfläche besitzt eine halbe Meile im Durchmesser, wird gegen den Vollmond fast schwarzgrau, und scheint von den Seleniten als Erholungsplatz und Garten benutzt zu werden; der benachbarte fast unkenntlich gemachte Ringwall ist dem sogenannten Kunstgebäude einverleibt worden, und es scheinen im letztern Verrichtungen vorzugehen, welche die Entwickelung von Rauch oder Dampf zur Folge haben. Als Gruithuisen zum ersten Male bey Sonnenuntergang dieses architectonische Werk erblickte, schienen an mehreren Stellen über demselben körperliche Gestalten hervorzuragen, welche den Domkuppeln sehr ähnlich waren; später hin gelang es ihm aber nicht, sie wieder wahrzunehmen; er vermuthet daher, daß sie Rauch- oder Dampfwolken gewesen seyn möchten.

Ueberhaupt schienen ihm seinen Beobachtungen zu Folge auf der Mondoberfläche Spuren von Vegetation und Bearbeitung derselben von lebenden Geschöpfen in einer Zone vorhanden zu seyn, welche vom Mondäquator aus bis zum 55° südlicher und bis zum 65° nördlicher Breite reicht. Weiterhin gegen die Pole zu ließ sich durch Farbe nicht das geringste unterscheiden, was auf Vegetation Bezug haben könnte, indem diese Zonen zu allen Zeiten eine solche blendende Weiße besitzen, daß er schon oft versucht wurde, an den Polen Schnee anzunehmen. Unverkennbar schienen ihm Spuren animalischer Wesen wenigstens von 50° nördlicher Breite bis 37°, vielleicht bis 47° südlicher Breite zu gehen, weil in diesem Striche ein öfterer Farbenwechsel und mancherley Vertiefungen, welche deutlich theils auf Klüfte, theils auf Flüsse, und theils auf künstliche Bearbeitungen des ebenen Bodens hinwiesen, sich vorfänden. Was besonders die letztern betrifft, so zieht Herr Gruithuisen aus seinen Beobachtungen folgende Resultate:

1. Diese Räumungen sind entweder vollkommen in gerader Linie, oder in einer regelmäßigen Bogenkrümmung, wie die antiken Straßen der Römischen oder Griechischen Colonien, angelegt.

2. Diese Straßen sind zweckmäßig angelegt, dadurch, daß sie den nächsten Weg, und zu bestimmten Stationen, so wie von einem großen fruchtbaren Theil der Mondfläche zum andern führen.

3. Solche große, zum Theil nur mit unglaublichem Aufwand von Arbeit hervorgebrachte, itinerarische Kunstwerke, sind ohne Civilisation der Seleniten ganz unmöglich.

Uebrigens giebt Herr Gruithuisen die Hoffnung nicht auf, auch noch Seleniten zu sehen, jedoch nicht einzeln, sondern wenn sie in Masse durch diese Räumungen ziehen. Denn wenn die Linie einer Straße unterbrochen sey durch zwey sich gegen einander bewegende Farbabsätze, welche sich vereinten und wieder trennten, so wären dies Seleniten und nichts anders.

In Ansehung der physischen Außenverhältnisse der Seleniten bemerkt Herr Gruithuisen im Wesentlichen folgendes:

1. Im Monde regnet es nie; denn die dünne Atmosphäre, welche eben so beschaffen ist, als wie bey uns in einer Höhe, worin nur noch die feinsten Nebelstreifen — Cirri — schweben, kann keinen Regentropfen tragen. Nur ein höchst feiner Thau befeuchtet da die Ebenen, die niedrigen Hügel und die kleinen Ringgebirge, die oft, dieses Nebels wegen, nach Sonnenaufgang sich unter dem Thaunebel verbergen.

2. Im Monde ist die Luft zwar von derselben Beschaffenheit, wie die unsrige, allein sie ist außerordentlich verdünnt, so daß die Luft der Erde 28 mal schwerer ist, als jene des Mondes.

3. Im Monde ist die Schwere selbst um vieles geringer. Sie verhält sich nach Newton's Grundsätzen an der Oberfläche des Mondes zu der von der Erde nur

wie 2,83 : 15,10, oder wie 1 zu 5,33 und folglich sind die Körper dort 5⅓ mal leichter, als an unserer Erdfläche. Dagegen bleibt die Wirkung der Schwungkraft ganz dieselbe, und erfährt wegen der weniger dünnen Luft sogar noch weniger Wiederstand, was für mechanische Verrichtungen im Großen ein sehr günstiger Umstand ist.

4. Im Monde wechseln alle Mondsmonate die außerordentlich grellen Temperaturextreme der Luft, wahrscheinlich zwischen 40° unter und 40° über 0 Reaumur, während der Boden am Tage im Monde vielleicht über 60° Reaum. erwärmt werden kann, so daß immer in beträchtlichen Tiefen unter dem Mondboden die mittlere Temperatur zwischen 10 und 20° Reaum. schweben dürfte.

5. Im Monde steigt bey großer Hitze des Sommers das kohlenstoffsaure Gas, welches die Lungen entbinden, noch weniger leicht in die Höhe, als bey uns.

6. Wolken und Nebel halten, wie auf der Erde, den Boden warm, und bewirken daher die Möglichkeit des anhaltenden Warmbleibens der Mondfläche, welche, besonders für niedere Mondgegenden hinreichend seyn dürfte, organische Wesen während der Winterszeit gegen Erstarrung zu schützen.

7. Wegen der dünnen Luft bedarf der Selenit eines großen Luftraumes in seiner Wohnung; daher muß diese selbst sehr groß seyn. Da nun die Schwere auf dem Monde um Vieles geringer ist, als auf der Erde, so wölbt sich auch der Selenit viel leichter ein großes weites Dach, oder gräbt sich leichter eine große Höhle, als wir auf unsrer Erde

8. Selbst beym Ueberflusse des Feuerungsmaterials würde es unmöglich seyn, im Monde große Wohnungen in frey stehenden Häusern gehörig zu heitzen, weil die verdünnte Luft nur sehr geringe Wärme entwickelt, und sie heftig wieder ableitet. Es kann daher der Selenit zu gewissen Zeiten nur sehr tief unter der Oberfläche des Mondes wohnen, wo er des immerwährenden Heizens nicht bedarf.

Die von den Mondbewohnern eigens auf flachen Boden hingebaueten Wohnungen werden uns also nichts zeigen, als die gewölbten Dächer ihrer Sommerjurten (Sommerwohnungen, wie sie die Kamtschadalen aufführen), in welche die Oeffnungen par terre hineingehen. Die übrigen, nicht mit Jurten versehenen, troglodítischen Wohnungen werden daher für uns entweder gar nicht, oder nur durch eine reguläire Aufhäufung des Schuttes, in der Gestalt der dort so häufigen, von Zeit zu Zeit sich verändernden, natürlichen Rundberge sichtbar seyn, weil diese Ringwälle ihnen Schutz vor kaltem Luftzuge gewähren. Daher werden wir mit unsern starken guten Fernröhren zweyerley Merkmale von Seleniten-Wohnungen wahrnehmen, nämlich 1. gewölbte Erhabenheiten, und 2. Räume, zum Theil eingeschlossen von veränderlichen Wällen, zum Theil versehen mit künstlichen den Ringgebirgen angrenzenden Nebenbauten. Die erstern können mancherley Gestalt haben, für uns werden aber nur die wahrnehmbar seyn, welche sich als rundliche oder längliche zeigen.

Aus diesen Angeführten sieht man wohl, daß manche von Herrn Gruithuisen aufgestellte Ideen zu sehr gewagt sind, und selbst nach der Analogie geschlossen schwerlich Stand halten werden. Wenn man auch wirklich annehmen wollte, daß der Mond so gut, wie unsere Erde, von organischen Wesen bewohnbar wäre, so wird ohne Zweifel die Natur dieselben so eingerichtet haben, daß sie mit den Eigenschaften und Naturdingen, welche auf und im Monde sich befinden, in derselben Harmonie verbunden sind, als wir mit den Körpern auf unserer Erde. Wir haben daher gar keinen Grund, den Körperbau der Seleniten und alle ihre Bedürfnisse nach unsern derartigen Verhältnissen abzumessen. Indessen ist und bleibt es wünschenswerth, daß mehrere Physiker und Astronomen mittelst der so wesentlich verbesserten Fraunhofer'schen Fernröhre die Mondfläche recht oft und anhaltend durchmustern, und

die von Gruithuisen angestellten Beobachtungen jedoch mit kaltem Blute wiederhohlen möchten. Mit der Vervollkommenung der Kunst schreiten wir ja auch besonders unserm nächsten Himmelskörper einen Schritt näher, und vielleicht ist es endlich doch noch möglich, eine Selenitenzusammenkunft in Haufen oder in Masse wahrzunehmen.

M. s. die Verhandlungen der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher zu Bonn B. X. Abth. II. S. 630–670. Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre B. I. S. 129–171. B. II. S. 257–322.

Morphin, Morphium (Morphium, Morphine) (N. A.) ist ein neues vegetabilisches Alkali, welches aus dem Opium erhalten wird, und den reitzbaren Bestandtheil desselben ausmacht. Sertüner [α]) hat es zuerst im Jahre 1817 rein dargestellt. In einem Nachtrage [β]) bemerkt er; das Morphium steigere die Lebensthätigkeit, und errege in geringen Dosen ein angenehmes Gefühl und Schlaf; dagegen wirke die Mekonsäure fast in jeder Menge als ein Gift, welches unstreitig zu den größesten Feinden des thierischen Lebens gehöre. Es gewinne daher seine Vermuthung große Wahrscheinlichkeit, daß die so äußerst sanft beruhigende Eigenschaft unserer trockenen Mohnköpfe vom Extractivstoff-Morphium herrühre. Denn während Kindern von zartem Alter das Opium nicht zuträglich sey, wiege eine Abkochung der Mohnkapsel sie in einen folgenlosen sanften Schlaf, indem in dieser Abkochung von der gefährlichen Mekonsäure keine Spur vorhanden sey.

Robiquet [γ]) erhielt das Morphium auf folgende Art: er kochte eine concentrirte Opium-Auflösung ¼ Stunde lang über einer kleinen Menge Magnesia; auf 1 Pfund Opium reichen 10 Grammen Magnesia hin;

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 61. ff.
β) Ebendaselbst. B. LVII. S. 184. ff.
γ) Ebendaselbst. S. 167.

dabey bildete sich ein gräulicher Niederschlag in ziemlicher Menge. Dieser ward auf dem Filtrum mit kaltem Wasser gewaschen, getrocknet, und dann einige Zeit lang bey einer Temperatur unter dem Siedpunkte mit schwachem Alkohol behandelt. Auf diese Art schied sich sehr wenig Morphium, aber eine sehr große Menge Färbestoff ab. Nach dem Filtriren und Waschen mit kaltem Alkohol, behandelte er den Rückstand mit einer größern Menge rectificirten Alkohols, den er anhaltend darüber kochen ließ, und noch siedend filtrirte. Beym Erkalten setzte sich dann aus ihm das Morphium ab, sehr gut krystallisirt, und sehr wenig gefärbt. Wurde die Auflösung in Alkohol und die Krystallisation zwey- oder dreymal wiederholt, so entstand farbenloses Morphium.

Andere Verfahren, das Morphium aus dem Opium zu gewinnen, haben die Herren Choulant [a]) und Thomson [b]) angegeben.

Diesen Untersuchungen zu Folge hat man am Morphium folgende Eigenschaften wahrgenommen.

1. Es krystallisirt in stark abgestumpften einfach und doppelt zusammengesetzten Pyramiden, deren Grundfläche bald ein gleichseitiges, bald ein länglich rechtwinklichtes Viereck ist; oft auch in Prismen mit trapezförmiger Basis, nach Thomson in vierseitigen rechtwinklichten Prismen.
2. Es löset sich in 82 Theilen siedendem Wasser auf, und die erkaltete Auflösung setzt regelmäßig weiße, glänzende und durchsichtige Krystalle ab.
3. Auch löset es sich in 36 Theilen siedendem und 42 Theilen kaltem Alkohol von 92 Graden, und in acht Theilen Schwefel-Aether auf.
4. Alle diese Auflösungen färben den wässerigen Auszug des Fernambuckholzes violett, und die Rhabarber-Tinktur braun.

---

a) Gilbert's Annalen der Phys. B. LVI. S. 345. ff.
b) Annals of Philosophy. Jun. 1820.

5. Außerdem haben die Auflösungen des Morphiums einen bittern eigenthümlich schrumpfenden Geschmack, und die gesättigten Auflösungen in Alkohol und Schwefeläther hinterlassen auf der Haut eingerieben, einen rothen Fleck.
6. Das Morphium verbindet sich mit Säuren, bildet mit ihnen Salze, und verliert die angezeigten Eigenschaften.

Multiplicator, elektro-magnetischer Condensator, Galvanometer (Multiplicator electromagneticus, Multiplicateur) (N. A.) ist eine Vorrichtung, durch welche die elektro-magnetische Wirkung vermehrt wird. Gleich beym ersten Auffassen der bekannten Oersted'schen Entdeckung des Elektro-Magnetismus hatte Herr Professor Schweigger [a]) den Gedanken, die elektro-magnetische Wirkung durch Umwindung der Drähte um die Boussole zu vergrößern. Er hatte nämlich anfänglich die Drähte mit Wachs überzogen, und sie durch mehrfache Umschlingungen in eine Schleife (Fig. 13) geformt, welche gleichsam eine elektromagnetische Batterie vorstellt. Stellte er diese Schleife in den magnetischen Meridian, so fand er, daß die Magnetnadel in die eine Oeffnung α derselben gebracht beym Schließen mit einer schwachen elektrischen Kette, 90° gegen Osten, in der andern 90° gegen Westen abwich, während die einfachen Drähte beym Gebrauche derselben schwachen elektrischen Kette die Nadel nur um etwa 30 bis 40° abstießen. In einer Nachschrift giebt Schweigger [b]) eine nähere Anleitung, wie eine solche Vorrichtung zur Verstärkung der elektro-magnetischen Wirkung einzurichten sey, und bemerkt zugleich, daß die Drähte noch besser mit Seide umsponnen werden könnten. Weil es bey einer solchen Einrichtung vorzüglich darauf ankomme, daß die mit Seide umsponnenen dün-

---

[a]) Journal für Chemie u. Physik. B. XXXI. S. 12.
[b]) Ebendaselbst, S. 35.

nen Silberdrähte regelmäßig an einander liegen, so sey es bequem, dieselben um zwey eingeschnittene kleine Hölzchen zu schlingen. Die Fig. 14 stellen Aa und Cc die eingeschnittenen kleinen Stäbchen von Holz vor, um welche der mit Seide umsponnene Draht d t je mehrmahl je besser umschlungen ist. Um dieselbe Zeit hatte dieselbe Vorrichtung Herr Poggendorf in Berlin unter dem Namen eines Condensators dem Herrn Prof. Ermann mitgetheilt; sie bestand aus einem kupfernen Draht von etwa $\frac{1}{10}$ Linien Stärke mit Seide umsponnen, welcher in kreisförmigen, dicht auf und neben einander gedrängten Windungen aufgewickelt, der Bündel von etwa vierzig bis funfzig Gewinden fest geschnürt, und dann zu einer elliptisch länglichen Form zusammengedruckt war, so daß im innern Umfange eine Magnetnadel, wenn die beyden Enden des Drahts an eine einfache galvanische Kette angelegt wurden, frey spielen konnte, entfernt überall von den innern Gewinden des Drahts ungefähr nur um zwey Linien. Nachdem die merkwürdigen Versuche, welche mit dieser ersten Einrichtung dieses Condensators waren anstellt worden, bekannt wurden, gab man den Vorrichtungen dieser Art lieber den Namen Multiplikator, welchen auch die meisten Physiker angenommen und beybehalten haben. Der Herr Prof. Oersted *) beschreibt einen solchen Multiplikator, welcher sich nur in wenigen wesentlichen Stücken von der Schweigger'schen Einrichtung unterscheidet, aber bequemer im Gebrauche ist. Die Fig. 14. stellt denselben vor: AA ist der Fuß des Instruments, C, C, sind zwey Gestelle, welche einen Rahmen BB tragen, in dessen Rande sich ein Falz befindet, worin die auf einander folgenden Windungen des Multiplikators liegen. DD ist ein aufrecht stehender Theil, bestimmt, den Draht zu halten, an welchem der Magnet aufgehangen werden soll. Alle diese Theile sind von Holz. EE ist ein Metalldraht, der mit Reibung durch

*) Annales de physique et de chimie. To. XXII. p. 358. suiv.

ein, im obern Theil von DD angebrachtes, Loch geht. An diesen Metalldraht wird mit etwas Wachs der Coconfaden EF befestigt, der an seinem Ende ein kleines gedoppeltes Dreyeck von Papier trägt, an welchem die kleine Magnetnadel befestigt ist. Bey G ist ein hohler Cylinder, durch welchen der Aufhängungsfaden frey hindurchgeht, um die Berührung desselben mit dem Drahe des Multiplicators zu verhindern. Unter der Magnetnadel ist ein eingetheilter Kreis befindlich, um die Ablenkungen zu messen. Der Draht des Multiplicators ist von versilbertem Kupfer, und hält in der Dicke einen Viertel-Millimeter. In seiner ganzen Länge ist er mit Seidenfaden umwickelt; wodurch jede elektrische Communication zwischen den verschiedenen Theilen dieses Drahtes, die in dem Holz des Rahmens BB über einander liegen, verhindert wird. H und I stellen die beyden Enden des Drahts vor. Um mit diesem Multiplicator eine äußerst schwache Wirkung bemerkbar zu machen, welche eine, kaum sichtbare, Ablenkung hervorbringt, muß man den Umlauf unmittelbar, nachdem man ihn geschlossen hat, öffnen, und dann jedes Mal von neuem schließen, wenn die Nadel im Begriff ist, die rückgehende Bewegung der vorhergehenden Oscillation zu beendigen. Noch weit empfindlicher läßt sich der Apparat machen, wenn man in HH eine kleine Magnetnadel in der erforderlichen Lage anbringt, um die Kraft zu verringern, mit welcher die aufgehangene Nadel ihre Richtung zu behalten strebt.

Auch hat Herr Cumming *) nach seiner Anzeige zu Anfange des Jahrs 1821 einen Multiplicator unter dem Namen eines Galvanoskops angegeben, mithin zu einer Zeit, wo etwa 4 Monate früher Schweigger seine Vorrichtung anzeigte, welcher folgende Einrichtung hat: (Fig. 15.) A, K sind mit Quecksilber angefüllte Röhren, welche mit den galvanischen Platten verbunden werden. ABCDEFGHK ist ein um die Magnetnadel

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. XL. S. 329.

n l spiralförmig gewundener Draht; abc, def Messingdrähte, welche an dem Multiplicator befestigt sind, und auf welchen sich die Drähte bg und eh verschieben lassen; ik und lm zwey Magnetstäbe, welche an den Drähten bg und eh befestigt sind, und dazu dienen, die Magnetnadel zu neutralisiren; opqr ein an dem Instrument bey o befestigter Messingdraht, an welchem ein kleiner um qr drehbarer Magnet tv befestigt ist. Das Instrument wird alsdann in die Richtung von Osten nach Westen gestellt; in dieser Richtung befindet sich dann auch die Ebene der Spirale, in welche auch die Magnetnadel durch die Wirkung der Magnetstäbe gestellt wird. Es ist nöthig, daß der die Spirale bildende Draht nicht weniger als $\frac{1}{25}''$ Durchmesser habe, und daß die Spirale wenigstens 4 bis 5 Windungen habe, und sich so nah als möglich an der Nadel befinde.

Da gewöhnlich neu entdeckte Thatsachen auf neue Folgen führen, und zu neuen Ideen Veranlassung geben, welche selbst mancherley Abänderungen und zu weitern Untersuchungen nöthige Verbesserungen erfundener Instrumente voraussetzen; so war dies auch der Fall bey dem elektro-magnetischen Multiplicator, welcher nun besonders zur Auffindung der Elektricitäts-Entwickelung mehrerer chemischer Processe gebraucht wurde. So suchte Herr Becquerel *) die Empfindlichkeit des Multiplicators dadurch zu vergrößern, daß er unter oder über dessen Magnetnadel in einigem Abstand einen andern Magnet so legt, daß er die Nadel umzudrehen strebt, und dadurch die Wirkung vom Erd-Magnetismus vermindert. Herrn Becquerel war es darum zu thun, mit Hülfe des Multiplicators die Elektricitäts-Aeußerung darzuthun, welche man bey der chemischen Verbindung wirksam glaubt, wobey man nach der elektro-chemischen Theorie vermuthet, daß sich die Elektricitäten einander neutralisiren. Zu dem Ende richtete er

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XXIII. p. 244.

den Multiplicator so ein, daß das eine Ende in eine angelöthete etwas geräumige Vertiefung von Platin, und das andere in eine Pincette von demselben Metall ausging. Die Resultate seiner Untersuchungen s. m. unter dem Artikel: Proceß, chemischer. Da nun Herr Becquerel gefunden hatte, daß sich bey mancherley chemischen Processen elektrische Strömungen entwickeln, so meinte er, daß sich auch Spuren der Elektricität in der wässerigen Auflösung eines Körpers zeigen würden, wenn man den Multiplicator noch empfindlicher machen könnte *). Er bemühete sich daher eine solche Vorrichtung ins Werk zu stellen, welche ihm auch glückte. Sie besteht in folgenden: Drey Magnetnadeln (Fig. 16.) AB, A′B″, A″B″, deren jede an einem Coconfaden aufgehangen war, brachte er in eine solche gegenseitige Lage, daß der Südpol der erstern sich in dem Wirkungskreise des Nordpols der zweyten befand u. s. f., so daß sie schräger Richtung auf einander einwirkten. Diese drey Nadeln mußten in Folge ihrer gegenseitigen Einwirkung von dem ursprünglichen Stande des Gleichgewichts, d. h. von der Ebene des Meridians abgelenkt werden, und mögen sich etwa in die Richtung ba, b′a′, b″a″ stellen; die mittlere Nadel wird mehr als die beyden andern abgelenkt seyn, weil ihre beyden Pole von den entgegengesetzten Polen der beyden Nadeln angezogen werden. Vorausgesetzt, daß diese drey Nadeln zu drey Multiplicatoren gehören, welche genau in dieselbe Richtung gebracht sind, deren Metalldrähte mittelst kleiner mit Quecksilber gefüllter Gefäße im Zusammenhange stehen; ferner vorausgesetzt, daß die Drähte denselben Durchmesser haben, daß sie dieselbe Menge von Windungen auf jeden einzelnen Multiplicator bilden, und daß endlich alles an allen gleich sey; so wird daraus folgen, daß in dem Augenblicke, da man eine elektrische Strömung in dem Apparate entstehen läßt,

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XXIV. p. 337. suiv. übersetzt in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XL. S. 409. ff.

die Nordpole in gleicher Richtung bewegt werden müssen. Erwägt man nun, was erfolgen wird, unter der Voraussetzung, daß die Wirkung der elektrischen Ströme dahin gehe, die Nadeln in den magnetischen Meridian zurückzubringen; so wird sich der Pol b' von a, und der Pol a' von b'' entfernen, die Nadel a' b' aber, getrieben durch die elektrische Strömung in den magnetischen Meridian zurückzutreten, wird um desto weniger in ihrer Bewegung gehindert seyn, je größer die Entfernuug des Pols a von dem Pole b' und des Pols a' von dem Pole b'' seyn wird; demnach werden die Bewegungen der Nadel a' b' bedeutender seyn, als wenn sie allein wäre afficirt worden.

Eine bey dieser Einrichtung des Multiplicators wesentlich nothwendige Bedingung ist die, die Nadeln zu gleicher Zeit in Bewegung zu setzen; denn wären die Bewegungen einander entgegengesetzt, so würden sie vielmehr sich stören, und man hätte statt Vermehrung oder Empfindlichkeit des Apparats eine Verminderung. Man wird zum Theil diese Absicht erreichen, wenn man

1. für alle Multiplicatoren Drähte von demselben Metalle und gleichem Durchmesser nimmt; wenn man
2. dafür sorgt, daß die Zahl der Windungen des Drahts auf jedem Multiplicator dieselbe ist; wenn man
3. möglichst gleiche Nadeln anwendet, welche zu gleicher Zeit durch den Doppelstrich bis zur Sättigung magnetisirt worden sind; wenn man endlich
4. diese Nadeln auf gleiche Weise aufhängt und die beyden am Ende aufgestellten Multiplicatoren in eine durchaus gleiche Lage mit dem mittelsten bringt.

Sind diese Bedingungen erfüllt worden, so ist man sicher, daß alles auf der einen und der andern Seite symmetrisch ist.

Zu bemerken ist, daß die Einförmigkeit der Bewegungen, welche durchaus nothwendig ist, nur bey sehr kleinen Abweichungen Statt findet; denn da die mittlere

Nadel dem Einflusse der beyden Seitennadeln ausgesetzt ist, so werden deren Bewegungen gleich rascher werden, als die der beyden andern, weil von diesen nur ein Pol durch den benachbarten Pol der mittleren Nadel afficirt wird. Deshalb kann die hier angegebene Vereinigung der Multiplicatoren nur in dem Falle angewendet werden, wenn die Abweichungen der Magnetnadel sehr klein sind. In jedem andern Falle muß man sich eines einfachen Multiplicators bedienen.

Ein Vortheil des beschriebenen Apparats ist der, daß die Nadeln längere Zeit ihren Magnetismus behalten, als wenn sie nicht dem gegenseitigen Einfluß ausgesetzt wären.

Becquerel war anfänglich der Meinung, daß man die Empfindlichkeit bis ins Unendliche vermehren könne, indem man die Zahl der Multiplicatoren vermehrt; aber er erkannte leicht, daß es in dieser Beziehung eine Grenze giebt. Denn mit der Vermehrung der Zahl tritt auch die Vermehrung der Schwierigkeiten ein, welche sich dem gleichförmigen Gange der Nadeln entgegensetzen, und auf diese Weise gewinnt man demnach nichts für größere Empfindlichkeit. Nichtsdestoweniger kann man sich mit ein wenig Geschicklichkeit eines aus einer gewissen Menge von Multiplicatoren zusammengesetzten Apparats bedienen, wobey man aber den Augenblick erwarten muß, in welchem sich alle Nadeln wieder gemeinsam zu bewegen anfangen; alsdann läßt man die Strömung genau dann entstehen, wenn die Schwingungen in der Richtung des Einflusses, welche dieser den Nadeln mittheilt, ihren Anfang nehmen.

Im allgemeinen läßt sich durchaus keine allgemein gültige Regel für die schickliche Einrichtung des Multiplicators aufstellen; denn diese hängt von einer Menge Umstände ab, welche bey keinem Apparate dieselben bleiben. Nur durch mehrfache Versuche gelingt es, ein System von Multiplicatoren zu bilden, das sehr schwache elektrische Strömungen anzudeuten im Stande ist. Man

kann übrigens an diesem Apparate noch eine Verbesserung anbringen, welche dessen Empfindlichkeit zu vermehren im Stande ist, wenn man nämlich einen Theil des Erdmagnetismus mit einer großen magnetisirten in gehöriger Entfernung von den Nadeln aufgestellten Stange neutralisirt. Wenn sich nun die mittlere Nadel in Folge der elektrischen Strömung von der Ebene des magnetischen Meridians entfernt hat, so wird sie noch mehr der Wirkung der beyden benachbarten Pole gehorchen, weil der Erdmagnetismus mit weniger Kraft wirkt. Man muß nur darauf achten, den Strom auf gehörige Weise einwirken zu lassen, um die erwähnte Wirkung zu erhalten.

Schweigger hatte gleich anfänglich bey seiner Angabe des Multiplicators den Gedanken, zu untersuchen, auf welche Art durch eine jede neue Windung des Drahts um die Boussole die elektromagnetische Kraft vermehrt werde. Allein alle diejenigen Versuche, welche man zu dieser Absicht gleich anfänglich anstellte, gestatteten es nicht, ein allgemeines Gesetz aufzufinden, nach welchem diese Kraft bey der Vermehrung der Drahtwindungen um die Boussole zunimmt. Der Herr Dr. Kaemtz *) hielt es daher mit Recht nicht überflüssig, genauere Versuche zur Ausmittelung dieses Gesetzes anzustellen. Zuerst entwickelte er einige Gleichungen, aus welchen die Größe der elektromagnetischen Kraft aus dem gegebenen Anziehungs- oder Abstoßungswinkel der Magnetnadel gefunden werden kann, und stellte alsdann mehrere Reihen von Versuchen an, um daraus das Gesetz abzuleiten, wie sich in dem Schweigger'schen Multiplikator die magnetische Kraft des Schließungsdrahtes bey einer einzigen Windung zu der bey n Windungen verhalte. Er bediente sich dazu einer von dem Mechanikus Herrn Kraft verfertigten Magnetnadel von 6'' Länge. An zwey ent-

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXVIII. S. 100. ff.

gegengesetzten Punkten der Boussole waren Glasröhren angebracht, durch welche der Schließungsdraht gesteckt wurde. Der Limbus war in halbe Grade eingetheilt, und mittelst einer Loupe konnte er sehr gut kleinere Theile eines Grades abschätzen. Die Boussole selbst stand auf einer vertikalen um ihre Axe drehbaren Säule, an deren Fuße sich eine in Grade getheilte Scheibe von 3″ Durchmesser befand. Auf solche Art konnte er also den Verbindungsdraht in jedes Azimuth stellen, und den Azimuthalwinkel beliebig verändern. Uebrigens betrafen seine Versuche blos die Declinationsnadel. Als Elektromotor diente ihm eine einfache Kette nach der Einrichtung des Herrn Prof. Schweigger, bey welcher die Kraft nicht so schnell abnahm, als welches zur Bestimmung eines sichern Resultats nothwendig erforderlich ist. Der Schließungsdraht hatte beständig einerley Länge, indem verschiedene Längen die elektromagnetischen Kräfte abändern, und außerdem sorgte er auch noch dafür, daß die Flüssigkeit, welche aus einer Auflösung von Salmiak im Brunnenwasser, wozu noch etwa 0,01 concentrirte Schwefelsäure zugegossen war, bestand, immer gleiche Temperatur hatte. Auf diese Weise beobachtete er die Abweichungswinkel der Magnetnadel wenigstens zehnmal, und nahm daraus das Mittel. Dieser mittlere Werth in die von ihm vorher entwickelten Gleichungen gesetzt, gaben ihm die Größe der elektromagnetischen Kraft des Schließungsdrahtes. Er fand, daß, wenn die Kraft einer einzigen Windung des Multiplicators = 1 gesetzt wird, die Kraft von n Windungen = n ist, oder daß sich die elektromagnetische Kraft wie die Anzahl der Umwindungen verhalte. Es bemerkt daher auch Herr Kaemtz ganz richtig, daß dieser Apparat schicklicher den Namen eines Multiplicators, als den eines Condensators verdiene.

Die merkwürdigen Versuche, welche zur genauern Entwickelung des Elektro-Magnetismus mit Hülfe des Multiplicators von mehreren Physikern sind angestellt

worden, s. m. in dem Artikel: Elektro-Magnetismus (Th. IX. S. 927. ff.). Seine besondere Wichtigkeit bey der Einleitung chemischer Processe s. m. in dem Artikel: Processe, chemische.

Eine nutzbare Anwendung des elektro-magnetischen Multiplicators auf Schiffen hat Herr Prof. Schweigger angegeben.

Myricin s. den Artikel: Cerin (Th. VIII. S. 395.).

N.

Natron, Natrum, Natriumoxyd, Sodiumoxyd, Aetz-Natron ist dasjenige Salz, welches sonst am gewöhnlichsten mit dem Namen Mineralalkali benennt wurde, und wovon der Artikel: Laugensalze (Th. III. S. 232) nachzusehen ist. Im Jahre 1807 entdeckte Hump. Davy, daß das Natron aus einer eigenthümlichen metallischen Grundlage (Natrium, Natronium, Sodium) und aus Oxygen zusammengesetzt, mithin ein wahres Metalloxyd sey. Er machte diese Entdeckung zu gleicher Zeit mit dem Kali an einer starken Volta'schen Säule, bey welcher an dem Wasserstoffpole die kleinen metallischen Kügelchen gleich Quecksilber sich zeigten.

Das Natrium läßt sich aber auch durch chemische Zersetzung auf dieselbe Art, wie das Kalium aus dem Kali gewinnen, nur gehöret zur Zersetzung des Natrons ein stärkerer Grad der Hitze als zur Zersetzung des Kali. Nach Thenard geht die Zersetzung leichter vor sich, wenn vor dem Versuche das Natronhydrat mit einigem wenigen Kalidrat zusammengeschmolzen wird. Das Kalium zieht man alsdann nach der chemischen Operation dadurch daraus, daß das Metall in einem offenen Gefäße mit rectificirtem Terpenthinöhl oder Petroleum übergossen wird, welches das Kalium in wenigen Tagen auflöset, und das Natrium im geschmeidigen Zustande allein zurückläßt.

Das Natrium hat mit verschiedenen charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Kaliums Aehnlichkeit. Es ist so weiß wie Silber, hat großen Glanz und ist ein guter Leiter der Elektricität. Es ist weicher und geschmeidiger, als die übrigen gewöhnlichen Metalle. Mit der größten Leichtigkeit läßt es sich zu dünnen Blättern auspressen, und behält sogar seine Geschmeidigkeit beym Frostpunkte. Davy fand sein specifisches Gewicht = 0,9348; nach Gay-Lussac und Thenard ist es bey + 15° C 0,972.

An der Luft wird das Natrium langsam oxydirt, und überzieht sich mit einer Rinde von Natron. Wird es aber in Oxygengas oder Chlorgas stark erhitzt, so verbrennt es mit sprühenden Funken; in Wasser gebracht brauset es heftig auf, schwimmt auf der Oberfläche, ohne sich zu entzünden, und oxydirt sich zu Natron. Feuchtet man es nur mit wenigem Wasser an, so erhitzt es sich leicht bis zur Entzündung. Gegen den Sauerstoff hat es keine so große Verwandtschaft, als das Kalium, zersetzt aber die meisten andern oxydirten Körper.

Uebrigens hat das Natrium, so wie das Kalium, nach Gay-Lussac und Thenard, drey bekannte Oxydationsstuffen.

1. Wird das Natrium eine Zeitlang in einer kleinen Menge von feuchter Luft aufbewahrt, oder ein Ueberschuß von Natrium mit Natron erhitzt, so entsteht eine dunkelgrauliche Substanz, welche etwa die Hälfte so viel Sauerstoff enthält, als das Natron, und daher ein Suboxyd ist.

2. Die andere Oxydationsstuffe giebt das Natron, welches entsteht, wenn das Natrium bey einer nicht sehr hohen Temperatur der Einwirkung des trocknen Oxygengases ausgesetzt wird. Um das Natrum völlig zu oxydiren, muß es vorher zu einer dünnen Scheibe ausgebreitet seyn.

3. Die dritte Oxydationsstuffe giebt das Superoxyd, welches erhalten wird, wenn Natrum auf einer Scheibe von Silber oder geschmolzenem salzsauren Natron (Kochsalz) bis zum Glühen in Oxygengas erhitzt wird. Es hat dieses Oxyd eine dunkelorangengelbe Farbe, schmelzt leicht, und ist ein Nichtleiter der Elektricität. Wird es mit Wasser behandelt, so entbindet sich Oxygen und das Wasser wird in eine Natronauflösung verwandelt. Es verpufft, wenn es mit brennbaren Körpern stark erhitzt wird.

Mit Schwefel, Phosphor und Kalium verbindet sich das Natrium sehr leicht. Mit dem Chlor ist nur eine Verbindung des Natriums bekannt, und diese ist die unter dem Namen gemeines Salz oder **Kochsalz** bekannte wichtige Substanz.

Uebrigens ist Natron nicht allein die Grundlage des Kochsalzes, sondern auch des Tafel- und Kronglases und aller harten Seifen.

Naturphilosophie (Philosophia naturalis, philosophie naturelle) (N. A.) ist die reine Vernunfterkenntniß der Natur und Naturdinge aus bloßen Begriffen, wobey aber nur die Dinge äußerer Sinne in Betrachtung kommen. Eine reine Erkenntniß von Dingen kann blos diejenige genannt werden, welche in der ursprünglichen Thätigkeit unseres Geistes liegt, und von keiner einzigen Erfahrung abhängt, mithin den Charakter der strengsten Allgemeingültigkeit und unbedingten Nothwendigkeit an sich trägt. In der Natur muß es einen solchen reinen Theil der Naturlehre geben, welcher mit Recht den eigentlichen Namen Naturphilosophie verdient, weil schon in dem Ausdrucke der Natur der Begriff von den allgemeinsten Gesetzen liegt, und derselbe den Begriff der absoluten Nothwendigkeit aller Bestimmungen eines Naturdinges, welche zum Daseyn desselben gehören, bey sich führt. Dieser Theil muß also für uns apodiktisch gewiß seyn, und aller übrigen Erfahrung zum Grunde liegen. Es sind

unserm Geiste diese beyden Fähigkeiten, Sinnlichkeit, oder das Vermögen, von den Dingen äußerer Sinne afficirt zu werden, und Verstand, oder die Fähigkeit, die durch die Sinnlichkeit empfangenen Eindrücke zu zergliedern und sich Begriffe von selbigen zu bilden, angebohren. Es liegt daher allen Begriffen, welche sich der Verstand von Dingen entwickelt hat, jederzeit eine Anschauung derselben zum Grunde. M. s. den Artikel: Anschauung (Th. VIII. S. 97. ff.) welche entweder eine reine oder eine empirische ist. Von einem Verstandesbegriffe können wir also entweder zu der ihm entsprechenden reinen oder empirischen Anschauung zurückgehen, und dann erhalten wir im erstern Falle eine reine und allgemein einleuchtende, im andern aber eine empirische Erkenntniß. Einen Begriff aber in der reinen Anschauung, welcher ihm entspricht, darstellen, heißt denselben **construiren**; daher setzt die reine Erkenntniß von Dingen jederzeit solche Begriffe voraus, die sich construiren lassen, und dies ist das einzige Geschäft der Mathematik. Die eigentliche **Naturphilosophie** begreift demnach denjenigen Theil der Naturlehre, welcher vermittelst der Mathematik aus dem empirischen Begriffe der Materie überhaupt, ohne irgend einer andern empirischen Beyhülfe entwickelt werden kann, und welche von Kant die **Metaphysik der Naturwissenschaft** ist genannt worden. Letzterer hat diesen Theil mit einer ihm eigenthümlichen Gründlichkeit vollständig und rein durch alle Kategorien aus einander gesetzt. Mit vollem Rechte ist von ihm dieser reine Theil der Naturwissenschaft, wo metaphysische und mathematische Constructionen durch einander zu laufen pflegen, in einem Systeme dargestellt worden, worin die metaphysischen Principien unvermischt mit den mathematischen Constructionen gegeben sind, welches besonders den Vortheil hat, genau zu bestimmen, was die Vernunft für sich zu leisten vermag, und wo ihr Vermögen anfängt, der Beyhülfe der Erfahrungsprin-

cipien nöthig zu haben. Herr Hofr. Fries hat Kants Ansichten, welche von den meisten angesehensten Physikern verworfen in Vergessenheit zu kommen schienen, auf eine sehr rühmliche Weise zur festen Grundlegung einer rationalen Naturlehre in seiner mathematischen Naturphilosophie wieder zu benutzen gesucht, und sie den mathematischen Naturforschern vorzüglich empfohlen. In dieser seiner gehaltvollen Schrift hat er aber die metaphysischen Grundbegriffe der reinen Naturlehre mit den mathematischen Constructionen selbst in eine philosophische Verbindung zu bringen gesucht, und daher die mathematische Naturphilosophie in zwey Theile, nämlich in die Philosophie der reinen Mathematik, und in die Philosophie der reinen Bewegungslehre, eingetheilt.

Es hat allerdings seine Richtigkeit, daß die Möglichkeit der Mathematik der reinen Philosophie bedarf, und daß sich die ganze Natur zuletzt zur Form und Bewegung vereinigt, mithin die ganze Welt an sich eine ursprünglich rein mathematische ist. Indessen scheint Herr Fries mit Unrecht von Kant's Bestimmungen der Grundkräfte in einigen Punkten abgegangen zu seyn, wovon man den Artikel: Grundkräfte (Th. IX. S. 349. f.) nachsehen kann. Auch giebt die Anwendung der Mathematik auf Naturerscheinungen noch gar keine vollgültige physikalische Erklärung, wenn gleich nach den vorausgesetzten Prämissen alles folgerecht und mit mathematischer Präcision entwickelt wäre. Die Mathematik löset gleichsam nur alle Erscheinungen in reine Anschauungen auf, entkleidet sie von allen eigentlichen Qualitäten, und behandelt selbst die Gegensätze in den Bewegungen, die Abstoßungen und Anziehungen, im Verhältnisse gegen einander blos als positive und negative Größen. Ueber das innere Wesen der Naturerscheinungen, mithin über die Möglichkeit der Naturdinge überhaupt, so wie über die Möglichkeit ihres eigenen Gebiets, giebt sie keine Aufklärungen; dies Ge-

schäft ist rein philosophisch, und es ist daher sehr verdienstlich, daß Kant diesen reinen Theil von allen reinen mathematischen Constructionen unvermischt vollständig auseinander gesetzt hat. Da aber dieser Theil eingesehn seyn will, so dient die Mathematik blos dazu, den zum Grunde gelegten empirischen Begriff der Materie überhaupt auf die ihm correspondirende reine Anschauung zurückzubringen.

In Hinsicht der vorzüglichsten Aufgabe in der Naturwissenschaft, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen specifischen Verschiedenheit der Materien, kann dieselbe nur auf zwey Wegen aufgelöst werden: den **mechanischen**, durch die Verbindung des Absolutvollen mit dem Absolutleeren, oder einen ihm entgegengesetzten **dynamischen** Weg, durch die bloße Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Grundkräfte, der zurückstoßenden und anziehenden. Die Erklärungsart auf dem ersten Wege wird gewöhnlich die **mechanische Naturphilosophie** genannt. Die Anhänger derselben suchen die Grundursachen aller Naturerscheinungen aus Erfahrungen abzuleiten. Die Erklärungsart der specifischen Verschiedenheit der Materie auf dem andern Wege aber heißt die **dynamische Naturphilosophie**. Der Unterschied von beyden beruht aber keinesweges auf physikalischen Hypothesen, sondern er ist blos durch die Metaphysik herbeygeführt worden; der mechanisch-philosophische Weg nimmt die metaphysische Voraussetzung an, daß alles Zusammengesetzte in der Körperwelt aus untheilbaren Atomen, welchen man Kräfte beylegt, mit eingestreueter Leere, bestehe; die dynamisch-philosophische Ansicht hingegen beruht auf dem Gesetze der Stetigkeit, welches das Grundgesetz der rein mathematischen Anschauung ist. Es hat daher auch das mechanisch-atomistische System seiner eigenen Voraussetzung kein Genüge leisten können, sondern vielmehr bey aller Verwahrung den durch reine Anschauung bewiesenen Theil der Naturlehre anerkennen müssen.

Nähme man auch wirklich die Voraussetzung der absoluten Untheilbarkeit der Atome an, so nehmen sie doch einen bestimmten Raum ein, und müssen diesen mit Stetigkeit erfüllen, wenn sie nicht wieder aus andern Atomen zusammengesetzt seyn sollen. Ist aber einmal die stetige Erfüllung des Raums zugegeben, so befindet man sich wieder in dem Gebiete des dynamisch-philosophischen Systems.

Die neuern Philosophen, besonders Schelling und seine Anhänger, hatten den großen Gedanken, aus den Kant'schen Lehren eine Naturphilosophie zu entwickeln, worin die Möglichkeit gezeigt werden sollte, die Natur zu schaffen. Allein die Unmöglichkeit dieses Gedankens erhellt schon daraus, daß die Gesetze der Nothwendigkeit dessen, was zum Daseyn eines Dinges gehört, sich mit einem Begriffe beschäftigen, welcher sich nicht construiren läßt, weil das Daseyn in keiner reinen Aufschauung dargestellt werden kann.

Nebel (Zus. zu S. 701. Th. III.). Herr Howard, welcher in einer langen Reihe von Jahren über die Entstehung der Wolken viele Beobachtungen angestellt hat, führt den Nebel unter dem Ausdrucke Nebelschicht (stratus) als eine Wolke an, welche ein Beyspiel der Zersetzung von Wasserdampf liefert, welcher in einer Luft von niedrigerer Temperatur als die seinige kömmt. Die Erde und das Wasser, über welche diese Nebelschicht ruht, sind immer wärmer als die Nebel, und die durchsichtige Luft über ihr. So betrug z. B. nach Howard's Beobachtung zu einer Zeit, zu welcher auf einem mit Teichen versehenen Lande eine Nebelschicht lag, die Temperatur des Bodens unmittelbar unter dem Rasen 57° Fahr., des Wassers 59°, der Luft in 30 Fuß Höhe 55°, und die Temperatur des Nebels 4 Fuß über der Erde 49°,5. Hieraus erhellt es, daß eine solche Nebelschicht eine horizontale Oberfläche behält, und daß sie jedesmal verschwindet, oder in die Höhe steigt, wenn ihre Temperatur der des

Bodens gleich wird. Es entsteht daher eine solche Nebelschicht jederzeit durch die örtliche und begrenzte Zersetzung des Wasserdampfs, welchen Erde und Wasser nach Sonnen-Untergang auszusenden fortfahren, vermöge ihrer am Tage erhaltenen Temperatur. Was aber hiebey in der untern Luft für eine Veränderung vorgeht, durch welche diese lokale Zersetzung veranlaßt wird, ist nach Howard nicht leicht zu erklären. Denn es scheine, daß an einem heitern Tage Abends die Erkältung der Luft nahe an dem Erdboden häufig in derselben Richtung, als Morgens die Erwärmung derselben vor sich gehe, d. h. daß sie an der Erdfläche anfange, und von unten nach oben fortgehe. In dem vorgesetzten Falle war die Luft um 7° Fahr. kälter geworden, und doch fuhr der Wasserdampf immer noch fort sich zu Nebel zu zersetzen, und das bey vollkommener Windstille. Dadurch werde zugleich die Vermuthung ausgeschlossen, daß hiebey ein Austausch einer gewissen Menge unterer wärmerer Luft gegen kalte Luft, die von oben herabkomme, Statt finde.

Nebelsterne (Zus. z. S. 704. Th. III.). Ohne Zweifel werden wir in der Folge durch die größere Vollkommenheit der optischen Instrumente eine genauere Aufklärung dieser äußerst merkwürdigen Sterne erhalten. Vorläufig hat der Herr Prof. Struve in Dorpat *) einige Beobachtungen bekannt gemacht, welche er mittelst des v. Fraunhofer'schen neuen Riesenrefractors, angestellt hat. Sehr wunderbar war ihm der Anblick des Nebelfleckes des Orion durch dieses Instrument, worüber sich mit Worten nichts ausdrucken ließ. Zu wünschen wäre es freylich, daß solche vollkommene optische Werkzeuge in den Händen mehrerer thätiger Himmelsbeobachter seyn könnten, welche neue Beobachtungen und Entdeckungen würde dies in kurzer Zeit zur Folge haben? Indessen wird man doch immer noch mit dem vor-

*) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. V. S. 167. f.

trefflichen Bode die Frage aufstellen können: wo sind denn endlich die Grenzen des Weltbaues? oder, wo hat die sichtbare Schöpfung ein Ende? Hier zieht sich eine undurchdringliche Decke vor unsere Augen. Diese Grenzen kennt der kurzsichtige Mensch nicht.

Schwindeln kann er an diesem Hange des Abgrunds,
Aber nichts in seinen Tiefen sehen.

Klopstock.

Nebenmonde (Zus. z. S. 705. Th. III.). In den neuen Zeitern sind von diesen Erscheinungen, welche sonst selten vorkommen, einige beobachtet worden. Bey der einen, welche in Bode's Jahrbuche α) beschrieben wird, waren zwey Nebenmonde, beyde westlich vom Monde und zwar der eine oberhalb der Mitte und der andere unterhalb der Mitte; beyde berührten den wahren Mond, und hatten eine gute Grenze. Uebrigens war der Himmel frey von allen Wolken. Besonders auffallend aber war es, daß diese Nebenmonde durch ein bloßes Augenglas gesehen wurden, durch ein Taschenfernrohr aber der Mond ohne Nebenmonde erschien. Eine andere Erscheinung dieser Art wurde am 10ten März 1824 von dem Studios. Herrn Nepilly in Breslau zwischen 11 und 12 Uhr beobachtet β). Der Mond stand ungefähr im ersten Viertel, etwa 50° über dem Horizont in SW zu W, und hatte gegen W ungefähr in 45° Neigung gegen den Horizont, ein an Größe ihm völlig gleiches, nur nicht so ganz helles Nebenbild; die Ränder beyder Scheiben berührten sich. Dabey war der Himmel ganz mit dünnem Florgewölk überzogen, und er glaubte deutlich wahrzunehmen, daß bey vorüberziehendem dichten Gewölke das Nebenbild nicht in eben dem Grade an Licht verlor, als der Mond selbst, was ihm für die Entstehung des Bildes in dem niedrigsten Gewölk zu sprechen schien.

α) vom Jahre 1812. S. 265.
β) Kastner's Archiv. Th. II. S. 221.

Auf welche Art die neuern Physiker diese Erscheinungen zu erklären gesucht haben, s. m. den Artikel Nebensonnen, welchen eine ähnliche Entstehung zum Grunde liegt.

Nebenplaneten (Zus. zu S. 714. Th. III.). Nach sehr vielen und unermüdeten Beobachtungen am Uranus entdeckte Herschel bey sehr starken Vergrößerungen mittelst des lichtvollen zwanzigfüßigen Teleskops am 18ten Januar 1790; 9ten Febr. 1791; 28ten Febr. und 26ten März 1794 noch vier Uranusmonde als die feinsten Lichtpunkte. Indessen sind diese vier neuen Monde noch von keinem andern Astronomen gesehen worden. Die synodischen Umlaufszeiten mit den scheinbaren größten Entfernungen vom Uranus sind nach Herschel folgende:

		Umlaufszeit						Entfernung
1ter	Trabant	5	Tage	21	Stund.	25	Min.	25,6″
2ter	—	8	—	17	—	1	—	33,0
3ter	—	10	—	23	—	4	—	38,6
4ter	—	13	—	11	—	5	—	44,2
5ter	—	38	—	1	—	49	—	1′28,4
6ter	—	107	—	16	—	40	—	2 56,8

Nebensonnen (Zus. z. S. 718. Th. III.). Eine besonders schöne und vollständige Erscheinung dieser Art haben die Herren Legationsrath v. Buch und Prof. Kries in Gotha am 12ten May 1824 zu Gotha in den Morgenstunden zwischen 6 und 8 Uhr Morgens wahrgenommen und beobachtet. Nach der Beschreibung des Hrn. v. Buch *) war der Himmel in der Hälfte, in welcher die Sonne stand, mit weißen dünnen Wolkenstreifen (Schäfchen, Cirrhus), die aber nicht zusammenhangend, sondern unterbrochen waren, überzogen; im Zenith war er vollkommen rein, und blau, und auf der, der Sonne entgegengesetzten Seite, befand sich zwar auch Cirrhus, aber weit weniger als in Osten, noch dünner und mehr zerstreuet. Die Erscheinung zeigte sich überall

*) Kastner's Archiv Th. II. S. 209. ff.

nur auf diesen Wölkchen; wo der Himmel blau war, war sie jedesmal unterbrochen.

Die Sonne war mit einem hellen Ringe umgeben von weißem Lichte, in welchem etwas außerhalb desselben diametral entgegengesetzt zwey Nebensonnen zu stehen schienen, die sehr glänzend waren, und deutliche Regenbogenfarben zeigten, das Roth der Sonne zugekehrt, das Grün von ihr ab. Auf der Seite des Grün zeigten sich Schwänzchen, von der Sonne abwärts gekehrt. Eine dritte Nebensonne von den beyden erstern um 90° entfernt wurde erst zwischen 7½ und 8 Uhr über dem Horizont sichtbar, aber weniger glänzend als die beyden erstern.

Ein anderer mit dem vorigen concentrischer größerer Ring um die Sonne zeigte am obern Theile die lebhaftesten Regenbogenfarben, das Roth gegen die Sonne gerichtet. Der übrige Theil dieses Ringes war weiß und ein Stück davon fiel unter den Horizont. Er schnitt einen Bogen von einem andern Kreise, der zwischen beyden Ringen sich zeigte und an einigen Stellen am obern Theile ebenfalls lebhafte Regenbogenfarben hatte, ab. Sein Durchmesser schien doppelt so groß als der Durchmesser des ersten Ringes zu seyn.

Den obern Rand dieses zweyten Ringes berührte ein viel kleinerer Kreis von den lebhaftesten Regenbogenfarben, das Roth an seinem äußern, das Grün an seinem innern Umfange oder Rande. Dem Anscheine nach schien dieser Kreis einen kleinern Durchmesser zu haben, als der die Sonne zunächst umgebende Ring. In seinem obern Theile, der zunächst dem Zenith lag, war er nicht vollständig, weil dort der Himmel wolkenlos war. Aber an der Stelle, wo er den größern Ring um die Sonne berührte, waren die Farben von einer bewundernswürdigen Lebhaftigkeit.

Durch den Mittelpunkt der Sonne und durch die beyden in dem der Sonne nächsten Ring liegenden Nebensonnen ging ein lichtweißer Ring, der überall ziem-

lich gleiche Höhe über dem Horizont, mithin seinen Mittelpunkt in einer vom Zenith bis zum Nadir gehenden geraden Linie zu haben schien. In diesem großen Kreise sahe man drey matte weiße Sonnenbilder, jedes 90°, wie es schien, von einander, und von der wirklichen Sonne, entfernt. Sie erschienen und verschwanden mit den dünnen Schaafwölkchen, auf welchen sie sich zu projiciren schienen.

Dieselbe Erscheinung ist von mehreren Personen wahrgenommen worden, von welchen aber die beobachteten Phänomene nicht völlig übereinstimmend angegeben wurden. Herr Prof. Kries bemerkt, daß sie mit derjenigen die größte Aehnlichkeit habe, welche Hevel in Danzig am 20ten Febr. 1661. beobachtet habe.

Auch in Hildburghausen scheint dieselbe Erscheinung an dem nämlichen Tage gesehen worden zu seyn, wovon die daselbst erscheinende Dorfzeitung (N. 28. des Jahrg. 1824.) einen ausführlichen Bericht erstattet.

Ueber die Ursache der Entstehung der Nebenmonde, Nebensonnen und der dabey sehr häufig vorkommenden Ringe ist man bisher noch nicht einig gewesen. Nicht allein die ältern Physiker sondern auch die neuern haben sie aus den in der Luft schwebenden Eisnadeln zu erklären gesucht. Herr Venturi *) zeigt weitläuftig, daß diese Erscheinung in kalten Gegenden besonders häufig sey, und sucht dadurch die Meinung zu begründen, daß Schneekrystalle sie hervorbringen. Auch Parry's **) neueste Beobachtungen zeigen, daß wirklich in den Polargegenden, während des Winters und des Frühlings die Luft von Zeit zu Zeit von dergleichen feinen Eisnadeln angefüllt ist, die bey heiterem Himmel als Staub herabfallen, während zur Sommerszeit Statt derselben sich gewöhnliche Schneeflocken zur Erde senken. Gleichwohl

*) Commentari sopra la storia e le teorie dell' ottica. Bologna 1814. Tom. I.

**) Zweyte Reise zur Entdeckung der nordwestlichsten Durchfart aus dem atlant. in das stille Meer, a. d. Engl. Hamburg 1824. 8.

sind mehrere Physiker der entgegengesetzten Meinung, und meinen, es entstehe nicht allein bey warmem Wetter der innere weiße Ring um die Sonne, wo man doch unmöglich an Schneenadeln denken könne, sondern es blieben auch diejenigen Nebensonnen, welche man bisweilen mehr als 90° von der Sonne entfernt gesehen habe, nach dieser Hypothese ganz unerklärt. Herr v. Fraunhofer *) ward in den neuesten Zeiten durch seine merkwürdigen Versuche über die Beugung des Lichtes, welche im Wesentlichsten unter dem Artikel: **Inflexion des Lichtes** (Th. IX. S. 429. ff.), sind angeführt worden, veranlaßt, die von ihm entdeckten Gesetze des Lichtes zur Erklärung der **Höfe, Nebenmonde, Nebensonnen** und andere damit verwandte Meteorie anzuwenden. Aus den ältern und neuern Beobachtungen ergibt sich, daß, wenn Höfe, Nebenmonden, Nebensonnen u. d. gl. gesehen werden, gewöhnlich der Himmel leicht mit Dünsten, oder einem dünnen durchsichtigen Gewölke, überzogen ist. Von den Höfen lassen sich besonders zweyerley Arten unterscheiden; die eine Art, bey welcher der leuchtende Körper von zwey oder drey schwachfarbigen concentrischen Ringen von verschiedenen Durchmessern umgeben gesehen wird, welche unter einander und an den leuchtenden Körper sich dicht anschließen, und welche gewöhnlich **Höfe kleiner Art** genannt werden; die zweyte Art, wo der leuchtende Körper in einem dunkeln Raume gesehen wird, und in einer großen Entfernung von einem, oft auch zwey farbigen Kreisen umgeben ist, und welche **Höfe größerer Art** heißen. Von den Nebensonnen werden ebenfalls zweyerley Arten unterschieden. Bey der einen Art, welche die **vertikalen Nebensonnen** heißen, und die nur bey Auf- oder Niedergang der Sonne zu sehen sind, beobachtet man sie in vertikaler Richtung zu beyden Seiten der wahren Sonne, an welche sie sich dicht anschließen. Von der obern Nebensonne geht ein vertikaler

*) Kastner's Archiv. B. V. S. 172. ff.

Lichtstreifen aus, d. i. eine Feuer- oder Lichtsäule, die sich bis zu einer beträchtlichen Höhe erstreckt. Die andere Art, die horizontalen Nebenmonde oder Nebensonnen, werden immer nur in einer großen Entfernung von leuchtenden Körpern, zu beyden Seiten derselben gesehen, nämlich in der Entfernung von $22\frac{1}{2}°$, und zwar immer in horizontaler Richtung. Sie sind gewöhnlich von außen von einem Schweife begleitet. Außer den Höfen großer Art, und den horizontalen Nebensonnen beobachtet man gewöhnlich noch einen durch den leuchtenden Körper gehenden farbenlosen Lichtstreifen, welcher oft einen ganzen Kreis bildet, und immer mit dem Horizonte parallel läuft, daher er auch der horizontale Kreis genannt wird.

Herr v. Fraunhofer erklärt die Höfe kleinerer Art durch Beugung des Lichts an Rändern der in der Atmosphäre schwebenden Dunstkügelchen. Er brachte diese Erscheinung auch künstlich hervor, indem er sich sehr kleine Glaskügelchen bereitete, an deren Rändern das Licht nach demselben Gesetz gebeugt wird, wie an den Rändern kleiner runder Oeffnungen. Mit Hülfe der Gleichung, welche das Gesetz des durch runde Oeffnungen oder an runden Rändern gebeugten Lichts darstellt, kann selbst der Durchmesser der Dunstkügelchen, welche irgend einen Hof dieser Art bildeten, in einem hohen Grade genau berechnet werden.

Die Theorie der Höfe größerer Art besteht nach v. Fraunhofer darin, daß für den ersten und zweyten Hof das Licht in sehr kleinen sechsseitigen Eisprismen gebrochen wird, die sich in eine sechsseitige Pyramide endigen. Für das Minimum der Brechung entwickelte er eine allgemeine Gleichung, und, als er in dieselbe den Exponenten des Brechungsverhältnisses des Eises und den Winkel substituirte, welchen bey den genannten Eisprismen die Flächen einschließen, erhielt er durch Rechnung für den scheinbaren Durchmesser der Höfe großer Art genau den Winkel, unter welchem solche Höfe beobachtet werden.

Die vertikalen Nebensonnen mit der Lichtsäule brachte v. Fraunhofer künstlich hervor, indem er die aufgehende Sonne durch ein aus parallelen horizontal laufenden Fäden bestehendes Gitter, deren Zwischenräume $\frac{22}{10000}$ eines Zolles von einander entfernt und vollkommen gleich sind, beobachtete. Diese Erscheinung entsteht durch gegenseitige Einwirkung der in den schmalen Zwischenräumen des Gitters gebeugten Strahlen. Indem man den Weg verfolgt, den jene Strahlen nehmen mußten, welche an den Dunstkügelchen gebeugt wurden, die in einer mit der Erdoberfläche parallelen Schichte des Dunstkreises liegen, findet man, daß sie, wenn die Sonne nahe am Horizont steht, in vertikaler Richtung ähnlich so gegenseitig auf einander einwirken, wie in dem genannten Gitter, und mithin das Phänomen der vertikalen Nebensonnen hervorbringen.

Auch die Erscheinung des horizontalen Kreises läßt sich durch einen Versuch hervorbringen, wenn man den leuchtenden Gegenstand durch ein sehr feines Gitter beobachtet, dessen parallele Fäden eine im hohen Grade ungleiche Entfernung unter sich haben, und vertikal laufen. Auch diese Erscheinung entsteht durch gegenseitige Einwirkung gebeugter Strahlen. Herr v. Fraunhofer zeigte, daß diejenigen Strahlen, welche an den Rändern von sehr kleinen und unregelmäßig liegenden Eiskrystallen gebeugt wurden, so auf einander einwirken mußten, wie es zur Erzeugung des genannten Phänomens nöthig ist.

Neigung der Magnetnadel (Zus. z. S. 669. Th. VI.). Da es zur genauen Bestimmung der Inclinationen vorzüglich auf einen guten Neigungscompaß ankommt, bey welchem es aber mit Schwierigkeiten verbunden ist, eine vollkommen äquilibrirte Neigungs-Nadel zu erhalten, so bemühte sich der Herr Hofrath **Mayer** *) eine Methode aufzufinden, nach welcher man

*) Commentat. Soc. Reg. Scient. Goetting. recent. ad an. 1814 – 15. Vol. III. Class. math. p. 3. sqq.

auch mit nicht äquilibrirten Magnetnadeln die wahre magnetische Neigung bestimmen könne. Wenn nur die Magnetnadel eine solche Einrichtung hat, daß sie sich vor dem Magnetisiren in eine bestimmte Lage setzt, so läßt sich, wenn man diese kennt, aus der beobachteten Neigung der Nadel nach dem Magnetisiren die wahre Neigung berechnen. Hiebey fand Herr Mayer, daß eine Neigungsnadel schneller und länger schwingt und sicherer zu demselben Punkte der Theilung nach vollendeten Schwingungen zurückkommt, wenn ihr Mittelpunkt der Bewegung ein wenig von dem Schwerpunkte abweicht, als wenn beyde genau zusammenfallen.

Die erste Bedingung eines guten Inclinatorii ist das genaue Zurückkehren der Nadel zu demselben Eintheilungspunkte, und die zweyte ist, daß die Nadel nicht träge sey. Wäre alsdenn auch die Nadel nicht äquilibrirt, so läßt sich doch aus der beobachteten Neigung der Nadel in dem magnetischen Meridian die wahre Neigung derselben genau berechnen. Zur Erleichterung der Rechnung ist hiebey besonders darauf zu sehen, daß die Nadel vor dem Magnetisiren, so eingerichtet werde, daß sie genau horizontal schwebe, und gleichsam, wie ein Wagebalken, auf und niederschwinge. Die cylindrische Axe, um welche sich die Nadel dreht, muß aus dem reinsten, mäßig gehärteten Stahle verfertigt, und senkrecht auf der Ebene der Nadel befestigt werden. Zur Verminderung der Friction muß die Axe in dünne cylindrische Spitzen sich endigen, die auf vollkommen glatten Achate ruhen, welcher da, wo die Spitzen der Axe aufliegen, etwas ausgehöhlt seyn muß, damit beym Schwingen der Nadel die Axe nicht aus ihrer Normallage gegen den Limbus kommt. Ob man gleich bey dieser Einrichtung der Magnetnadel nicht erwarten kann, daß sie sich, nachdem sie magnetisirt worden ist, im magnetischen Meridian genau in die Richtung der magnetischen Kraft stellen werde, so erhält man dadurch doch den Vortheil, daß sie sich nach Vollendung ihrer Schwingungen richtiger an einen be-

stimmten Punkt des eingetheilten Randes stellt, als gewöhnliche sogenannte äquilibrirte Nadeln, welche der Ungleichheit der Reibung in ihren unterschiedenen Lagen mehr unterworfen sind, weil sie nicht, wie jene Nadel, schon eigenthümliches Moment genug haben, die aus der Reibung entstehenden Ungleichheiten zu überwältigen.

Wenn die Nadel noch vor dem Magnetisiren vollkommen äquilibrirt und adjustirt ist, so sind nach Herrn Hofr. Mayer's Methode zwey Beobachtungen, welche in dem magnetischen Meridiane sind angestellt worden, hinreichend, die wahre Inclination zu bestimmen; bey der zweyten Beobachtung muß die Nadel so umgekehrt werden, daß die untere Seite die obere wird. Hat man nun in beyden Fällen, die Winkel, welche die Nadel mit der lothrechten Linie macht, genau beobachtet; so wird das Mittel aus den Tangenten dieser Winkel die Cotangente der Neigung seyn.

Gebraucht man dagegen eine Nadel, welche nicht vollkommen äquilibrirt und adjüstirt ist, oder auf deren Genauigkeit man sich nicht verlassen kann, so müssen vier Beobachtungen angestellt werden; zwey in den eben angeführten Lagen, und die beyden andern in den ähnlichen entgegengesetzten, nachdem man zuvor mit Hülfe eines Magnets die Pole der Nadel umgekehrt hat. Bezeichnet man mit E, e die beyden erstern, mit F, f die beyden letztern beobachteten Winkel der Nadel mit der lothrechten Linie, ferner die Summen der Tangenten jener beyden Winkel mit A, dieser beyden mit C, und die Differenz der Tangenten jener beyden Winkel mit B, dieser mit D, so ist

$$\frac{A.D + B.C}{B + D} = 2.\ \text{cotang. Inclinat.}$$

wovon der Beweis in der Abhandlung des Hrn. Mayer nachzusehen ist.

Herr Hofrath Mayer stellte nach seiner Methode mit drey verschiedenen Nadeln zur Bestimmung der Nei-

gung der Magnetnadel in Göttingen im Monat März 1814. Beobachtungen an. Nachdem er mit aller möglichen Sorgfalt den Limbus des Inclinations-Compasses in den magnetischen Meridian gebracht hatte, fand er mit der ersten vollkommen justirten und magnetisirten Nadel, aus 10 wiederholten Beobachtungen das Mittel der Inclination 69°. Mit der andern Nadel fand er auf dieselbe Art das Mittel der Inclination 68° 57′, und mit der dritten Nadel auf dieselbe Art 69° 29′. Hieraus ließ sich also annehmen, daß die mittlere Neigung der Magnetnadel im Monate März 1814. in dem magnetischen Meridiane von Göttingen betragen habe 69° 14′.

Der Herr Prof. Schmidt [α]) in Gießen, und der Herr Kap[illegible]in des Königl. Artill. Regim. zu London, Edw. Sabine [β]) haben Mayer's Methode geprüft, und sie unter allen bisher bekannten als die brauchbarste gefunden, die Neigung der Magnetnadel so genau als nur möglich ist zu bestimmen. Herr Schmidt bemerkt noch, daß das Umkehren der Pole, welches, ohne die Magnetnadel aus ihren Zapfenlagern zu nehmen, nicht geschehen kann, leicht, wenn es öfter vorgenommen werden sollte, Gelegenheit zur Verletzung der feinen Zäpfchen geben könnte, worauf die Nadel spielt, und von deren Vollkommenheit größtentheils die Güte des magnetischen Neigungscompasses abhängt. Er bediente sich daher der Umkehrung der Pole nur zur Bestimmung des Winkels, welchen die Linie von dem Unterstützungspunkte nach dem Schwerpunkte gezogen mit der Axe der Nadel macht, und welcher y heißen mag. Er fand diesen Winkel, wenn A, C, B und D die vorhin angeführten Bedeutungen behalten, durch folgende Gleichung

$$\text{tang. } y = \frac{A.D + B.C}{2(C - A)}$$, und dann ergab sich

---

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIII. S. 1. ff.
β) Ebendaselbst. B. LXXVI. S. 1. ff.

$$\text{tang. Inclinat.} = \frac{D \cdot \cot . y + 2}{C}.$$

Es diente daher die letzte Gleichung, um aus zwey zusammengehörigen Beobachtungen des Standes der Magnetnadel in dem magnetischen Meridian, zwischen welche die Fläche des Neigungscompasses um 180° gewendet wird, die wahre Neigung der Magnetnadel zu berechnen.

Uebrigens beschreibt Herr Schmidt einen sehr einfachen Neigungscompaß, mit welchem er mehrere Versuche im October 1818 zu Gießen angestellt hat. Der Fuß dieses Instrumentes ist nämlich eine kreisförmige Scheibe von Mahagoniholz, welche auf drey messingenen Schrauben ruhet, und durch dieselbe mit Hülfe einer Wasserwaage gehörig horizontal gestellt werden kann. Aus der Mitte dieser kreisförmigen Scheibe erhebt sich eine hölzerne Säule, welche oben und unten in Messing gefaßt ist, und sich mittelst eines runden Zapfens um ihre vertikale Axe drehen läßt; dabey gibt ein an der Säule befestigter Zeiger, welcher über einen in die hölzerne Fußscheibe eingelassenen und in Grade eingetheilten messingenen Bogen hinspielt, den Abweichungswinkel an, welchen die Fläche des magnetischen Neigungscompasses mit dem magnetischen Meridian macht. An der obern Fassung der Säule geht nach vorn ein Arm heraus, welcher den eingetheilten Halbkreis des Neigungscompasses trägt. Die Eintheilung des Randes geht mittelst Pünktchen zwischen den Theilstrichen von 10 zu 10 Minuten. Der eingetheilte Halbkreis ist am Ende des Durchmessers doppelt gerahmt, an den beyden äußern Flächen des Rahmens sind die Träger angeschraubt, in welche zwey Achatplättchen eingeschraubt sind, auf welchen die feinen runden stählernen Zäpfchen der Magnetnadel sich drehen; damit keine Verschiebung der Zäpfchen nach der Seite Statt finde, sind die über dem Achatplättchen befindlichen Theile der messingenen Träger keilförmig eingeschnitten. Die Magnetnadel kann zwischen dem Rahmen durch frey rund herum vor dem eingetheilten Kreise und

der Säule herspielen. Auf der untern Fußscheibe sind zwey messingene Diopterrn parallel mit der Linie von 0° — 180° des eingetheilten Kreises befestigt, vermittelst welcher das Instrument in den magnetischen Meridian gerichtet werden kann. Wenn man sich zu dieser Richtung einer Boussole bedienen will, so ist in dieser Absicht ein Silberdraht über die Mitte der Diopteru hergespannt. Ueber das Ganze wird ein Glascylinder gestellt, damit das Instrument vor Staub und die Bewegung der Magnetnadel gegen störende Luftzüge gesichert sey.

Herr Schmidt hatte mittelst zweyer Nadeln mit diesem Neigungscompasse eine Reihe von Beobachtungen im Octob. 1818 angestellt, aus welchen sich in den Wintermonaten 1818 die Neigung im Mittel 68° 56′,4, dagegen am Ende des Aprils 1819 die Neigung 69° 29′,3′ ergab. Es war daher vom Ende des Jahres 1818 bis zum Frühjahre des Jahres 1819 die Neigung der Magnetnadel um 33′ vergrößert.

Herr Sabine hatte sich von dem Herrn Dollond eine Nadel von der Construction des Herrn Mayer verfertigen lassen, und bemerkt, daß sie durch Einfachheit der Construction, Zweckmäßigkeit für den Gebrauch, und das Zusammenstimmen der Resultate, den Vorzug vor allen andern bisher gebrauchten zu verdienen scheine. Dollond war blos bey Verfertigung dieser Nadel in einigem Wenigen von Mayer's Vorschriften abgewichen. Sie bestand aus einem $11\frac{1}{2}$ Zoll langen, $\frac{4}{10}$ Zoll breiten, und $\frac{1}{12}$ Zoll dicken Parallelepiped mit abgerundeten Enden. Eine gerade Linie, welche auf ihrer obern Seite durch den Mittelpunkt von einem Ende zum andern gezogen war, diente als Index. Die cylindrische Axe, mit welcher die Nadel auflag und sich drehte, bestand aus Glockenmetall, und endigte sich in Cylinder von kleinerem Durchmesser, mit welchen sie auf den Achatplättchen lag. In der untern Fläche der Nadel war, so genau als möglich, senkrecht auf die Indexlinie und im Mittelpunkte

der Bewegung, eine kleine stählerne Schraubenspindel angebracht, auf die sich eine der durchbohrten kleinen Messingkugeln, von welchen mehrere von verschiedener Größe vorhanden waren, aufschrauben, und der Nadel mehr oder minder nähern ließ, damit man den Schwerpunkt der Nadel mehr oder weniger tief unter die Axe der Drehung bringen konnte. Dadurch kam man dem Erd-Magnetismus mit dem Gewichte der Nadel zu Hülfe, um die kleinen Ungleichheiten der Axe zu überwinden, und erhielt den Vortheil, daß sie beym Schwingen mit mehr Sicherheit an den Punkt, bey dem sie stand, zurückkam, als wenn man den Mittelpunkt der Schwere in den der Bewegung versetzte.

Den Neigungscompaß, in welchem die Nadel spielte, hatte Sabine bereits im Jahre 1819 [α]) beschrieben, und nachher an selbigem noch einige Verbesserungen angebracht [β]). Der Kreis war bis auf 20 Minuten eingetheilt, und mittelst einer verschiebbaren Loupe ließen sich die Winkel, unter welchen sich die Nadel in Ruhe setzte, bis auf einzelne Minuten mit erträglicher Genauigkeit ablesen. In jeder der vier Lagen der Nadel, welche zur Bestimmung der Neigung zu beobachten waren, wurde das Mittel aus mehreren (gewöhnlich sechs) Beobachtungen genommen; bey der einen Hälfte derselben war der Limbus des Kreises nach Osten, bey der andern Hälfte nach Westen zu gekehrt, und zwischen je zwey Beobachtungen wurde die Nadel abgehoben und dann wieder langsam niedergelassen.

Bey den Beobachtungen, welche Sabine im August des Jahres 1821. anstellte, gebrauchte er 8 kleine Messingkugeln von verschiedener Größe, die er an die kleine Schraubenspindel an der untern Fläche der Nadel anschrauben konnte. Aus allen seinen Beobachtungen ergab sich die Neigung der Magnetnadel im Mittel 70° 3′

α) Gilbert's Annalen. B. LXXVI. S. 1. u. f.
β) Parry's Entdeckungsreise. S. 139.

zu London. Verglich er seine Beobachtungen mit den ältern besonders von Gilpin und Cavendish zu London angestellten Beobachtungen über die Neigung der Magnetnadel, so ließ sich für das Jahr 1774 das Mittel 72° 25′ als die beste Annäherung betrachten. Es ergab sich also daraus, daß die mittlere jährliche Abnahme der Neigung von 1774 bis 1821 auf 3′,02 betrage. Verbinde man hiemit nun noch die von Whiston gemachte Bestimmung der Neigung in London im Jahre 1720 zu 75° 10′, welches für die Jahre von 1720 bis 1774 eine mittlere jährliche Verminderung der Neigung von 3′,05 betrage, so ergebe sich nur eine Differenz von 0′,03, welche zwischen der jährlichen Abnahme von 1774 bis 1821 und der von 1720 bis 1774 statt finde.

Eine vollständige Tafel der Neigung der Magnetnadel für verschiedene Orte der Erde, nebst den Namen der Beobachter, der Beobachtungszeit, und der geographischen Breite und Länge des Beobachtungsortes findet man beym Hansteen *).

Nach den ältesten und neuesten Beobachtungen, welche zu Wasser und zu Lande über die Neigung der Magnetnadel an verschiedenen Orten der Erde sind angestellt worden, kann man wohl folgendes daraus gezogene Resultat sicher annehmen: die nördliche Neigung nimmt in Nordamerika zu, in Europa ab, allein in östlichen Asien und bey Japan wieder zu; die südliche Neigung nimmt bey Südamerica ab, ist um das Vorgebirge der guten Hoffnung beständig, und nimmt bey den Sundainseln und Neuholland ab.

Daß die Ursache der Neigung der Magnetnadel in der magnetischen Kraft der Erde zu suchen sey, war schon längst aus den Beobachtungen bekannt; allein man war noch nicht im Stande, das Gesetz aufzustellen, nach

*) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. Th. I. Christiania. 4. Anhang. S. 41. ff. III. Tafel.

welchem die magnetische Kraft auf die Neigungsnadel wirke. Coulomb *) bewies, daß die Schwingungen der Neigungsnadel sich nach dem Pendelgesetze richten, und sich daher die magnetischen Kräfte wie das Quadrat der Anzahl der Schwingungen in gleich großen Zeiten verhalten. Diesem zu Folge würde also das sicherste Mittel zur Auffindung der Veränderung der magnetischen Kräfte dies seyn, wenn man eine und dieselbe Neigungsnadel an verschiedenen Orten in gleichviel Zeiteinheiten schwingen ließe. Eine Reihe von Beobachtungen dieser Art sind aber erst von dem Herrn v. Humboldt bekannt geworden †). Dieser und Herr Biot stellten gemeinschaftlich über diesen Gegenstand Untersuchungen an, und fanden in der Voraussetzung, daß in der Axe des magnetischen Aequators zwey Punkte anziehender und abstoßender Kräfte dem Mittelpunkte der Erde unendlich nahe liegen, Gleichungen für die Neigung der Magnetnadel, aus welchen sich die Werthe mit den beobachteten Neigungen ziemlich übereinstimmend ergaben. Allein in Hinsicht der Intensitäten des Erd-Magnetismus, welche an verschiedenen Orten der Erde waren beobachtet worden, genügte diese Hypothese nicht, und in Beziehung auf die Abweichung der Magnetnadel war sie ganz unzugänglich. Biot hatte bey diesen Berechnungen angenommen, daß der magnetische Aequator ein größter Kreis der Erdkugel sey. Da nun die Lage des magnetischen Aequators oder der Linie ohne Neigung das Haupt-Datum bey diesen Untersuchungen war, so musterte er von neuem die Beobachtungen durch, worauf sie beruhet, und fand, daß der magnetische Aequator keinesweges von einer so einfachen, einem Kreise so nahe kommenden Gestalt sey, als man bis dahin fast allgemein angenommen hatte; und daß er den Aequator der Erde wenigstens an drey, vielleicht selbst an vier verschiedenen Stellen durchschnei-

*) Biot's Lehrbuch der Experimentalphysik. B. III. S. 52.
†) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 257. ff.

det. Außerdem schien die Vergleichung der Beobachtungen darauf zu führen, daß die Inflexion des magnetischen Aequators in der Südsee, von einer örtlichen, dem dort liegenden Theile der Erdkugel eigenthümlichen Ursache abhange, durch deren Einwirkung die von der allgemeinen Ursache begründeten Neigungen in den Gegenden nördlich von dem Erd-Aequator vermehrt, in den Gegenden südlich von demselben aber vermindert werden. Biot suchte aus den bekannten Beobachtungen die Größe dieser Einwirkung zu bestimmen, und er fand, daß sie im Vergleich mit der Hauptursache in dem Erdkörper nur klein zu seyn brauche, um dem Zahlenwerthe nach die Neigungen, Abweichungen und die Veränderungen in der Stärke der magnetischen Kraft, genau so darzustellen, wie sie von der Südsee ab bis nach Europa beobachtet worden sind. Da aber nach den damaligen Reiseberichten keine hinreichende Beobachtungen vorhanden waren, um die Krümmung des magnetischen Aequators in der Südsee mit Sicherheit bestimmen zu können, so glaubte er bloß mit Ueberzeugung behaupten zu können, daß bey dem Zustande des Stillstehens der Veränderungen, worin sich jetzt gerade der Erd-Magnetismus zu befinden schien, die mittlere und bleibende Richtung der Magnetnadel an irgend einem Orte sich darstellen lasse, als Hauptwirkung zweyer einander unendlich naher magnetischen Mittelpunkte, die sich im Mittelpunkte der Erdkugel selbst befinden, oder demselben wenigstens sehr nahe sind, und als Modification dieser Hauptwirkung durch Mitwirkung mehrerer ähnlicher, Vergleichungsweise viel schwächerer magnetischer Mittelpunkte, deren Vertheilung und Kraft aus den Beobachtungen zu schließen sind.

Da nun hiedurch nur eine einzige Inflexion des magnetischen Aequators in der Südsee dargethan war, und andere besondere Untersuchungen für die andern Theile dieses Aequators noch nicht angestellt worden waren, so hatte es Herr Morlet unternommen, diesen wichtigen Ge-

genstand in einer eigenen Abhandlung zu erörtern *), worin er mittelst einer scharfsinnigen Interpolations-Methode die genauere Lage des magnetischen Aequators aus den bekannten Beobachtungen an verschiedenen Orten der Erde zu entwickeln suchte. Er entdeckte außer der von Biot angeführten Inflexion noch eine zweyte, nicht weniger merkwürdige im chinesischen Meere, und er wies die Lage des magnetischen Aequators oder die Linie ohne Neigung vollständig rund um die Erde mit einer Genauigkeit und Gewißheit nach, wie dies noch von niemanden vor ihm geschehen war. Wenn an einem Orte die Neigung unbedeutend ist, so kann sich derselbe nur in einem kleinen Abstande von dem magnetischen Aequator befinden. Wäre nun an demselben Orte auch die Abweichung der Magnetnadel, mithin auch die Richtung des magnetischen Meridians bekannt, so liegt in diesem auch irgendwo ein Punkt des magnetischen Aequators, und der Abstand dieses Punktes von dem Orte der Beobachtung wird durch einen Bogen desjenigen größten Kreises, der in der Vertikalebene liegt, und dort durch den magnetischen Meridian geht, gemessen. Diesen Bogen betrachtet Morlet als magnetische Breite in dem System zweyer magnetischer Mittelpunkte und bestimmt ihn aus der Bedingung, daß die Tangente desselben die Hälfte der Tangente der beobachteten Neigung sey. Nach dieser seiner Bestimmung hat die Linie ohne Neigung folgende Lage: sie durchschneidet den Erd-Aequator das erste mal auf der Westküste Africa's in ungefähr 10° östlicher Länge von Paris; nach Westen zu wird Anfangs ihr Abstand von dem Erd-Aequator nach Süden zu immer größer, bis dieser südliche Abstand unter 28° westlicher Länge von Paris sein Maximum 14° 10′ betragend erreicht, von hier an nähert sie sich fortwährend dem Aequator der Erde wieder, zieht sich dann ohne Neigung durch Südamerika, und ist unter 100° westlicher Länge von Paris, im stillen Meere

*) Biot's Lehrbuch der Experimentalphysik. B. III. S. 76. f.

100 französische Meilen westlich von den Gallipagos-Inseln, dem Erd-Aequator wieder ganz nahe. Hier aber fängt sie an sich zu biegen, wird dem Aequator der Erde immer mehr und mehr parallel, und statt ihn zu durchschneiden, kommt sie bloß mit ihm in Berührung, in 120° westlicher Länge von Paris; worauf sie wieder nach Süden zurückweicht, bis sie ihr zweites Maximum südlicher Abweichung in 3° 13′ südlicher Breite und 164° westlicher Länge von Paris erreicht, das ist in einem Meridiane, der ziemlich in der Mitte zwischen den Freundschafts-Inseln und Societäts-Inseln liegt. Sie nähert sich dann dem Aequator wieder, doch sehr allmählig; durchschneidet ihn in 186° westlicher oder 174° östlicher Länge von Paris, unweit des Meridians der Mulgraves-Inseln, und erreicht darauf in der Nähe eines der Meridiane, die durch die Philippinischen Inseln gehn, das erste Maximum ihrer nördlichen Breite, von der Größe 8° 57′. Von hier geht sie etwas nach Süden wieder zurück, doch findet sich bald in ihr ein Minimum ein, in 7° 44′ nördlicher Breite, am Eingange des Meerbusens von Siam, etwas südlich von der Insel Condor, unter 108° östlicher Länge von Paris. Während sich der magnetische Aequator nun aufs Neue von dem Erd-Aequator weiter nördlich entfernet, zieht er sich durch den Meerbusen von Bengalen, und über die Südspitze Indiens disseits des Ganges weg, in das Arabische Meer, und hier befindet sich sein zweytes Maximum nördlicher Breite von der Größe 11° 47′ unter 61° östlicher Länge von Paris. Darauf nähert er sich dem Erd-Aequator aufs Neue, tritt etwas südlich von der Meerenge Babel Mandeb (der Mündung des rothen Meeres) in Africa an, und selbst in dem unbekannten Innern dieses Erdtheils läßt sich sein Lauf aus vielen im Meere und in Aegypten gemachten Beobachtungen, ja selbst aus denen vom Vorgebirge der guten Hoffnung nachweisen. Endlich durchschneidet er den Erdäquator an der Westküste Africa's wieder in dem Punkte, von welchem aus sein Gang bisher verfolgt ist

Herr Biot hatte seitdem dem Herrn Morlet eine Menge beobachteter Abweichungen und Neigungen der Magnetnadel mitgetheilt, unter welchen diejenigen die vorzüglichsten waren, welche sich in Dalrymple's Reisen befinden. Eine Prüfung bestätigte die Bestimmungen des Herrn Morlet auf eine sehr befriedigende Weise.

Uebrigens schien Herrn Biot seine geäußerte Meinung durch Morlet's Entwickelungen bestätigt zu werden, daß nämlich die gleichzeitigen Erscheinungen des Erd-Magnetismus Wirkungen sind, einer der ganzen Erdkugel gemeinschaftlichen Hauptursache, und die bloß in verschiedenen Gegenden durch schwache störende Ursachen modificirt werden.

Um dieselbe Zeit beschäftigte sich auch der Herr Prof. Hansteen mit Untersuchungen über den Erd-Magnetismus, wodurch er sein bereits angeführtes lehrreiches Werk zu Stande brachte. Aus den Beobachtungen, welche ihm zu dieser Zeit zu Gebote standen, glaubte er, daß sich die Abweichung, die Neigung der Magnetnadel, und die Stärke der magnetischen Kraft an den verschiedenen Stellen der Erde durch die Annahme zweyer magnetischen Axen wenigstens näherungsweise erklären lassen. Seinen weitläuftigen Rechnungen zu Folge schien ihm die Hypothese von zwey excentrischen cylindrischen Magnetaxen, welche dem dritten Theile oder der Hälfte des Erddurchmessers gleich sind, und mithin nicht bis an die Erdoberfläche reichen, allen magnetischen Erscheinungen am besten zu genügen, ob er gleich die gehörige Entwickelung dieser Hypothese, und die nöthigen Formeln für diese cylindrischen Magnetaxen der künftigen Forschung überlassen hat. Zuletzt wirft er nur noch folgende drey Fragen auf, und sucht sie kürzlich zu beantworten:

1. Warum reichen die Magnetaxen nicht bis auf die Erdoberfläche?

2. Wie wird die zweyfache magnetische Differenz im Innersten der Erde erregt?

3. Wie sollen wir uns die Möglichkeit der Bewegung der Magnetaxen denken, und welches ist die Ursache dieser Bewegung?

Die Beantwortung der ersten Frage ist nach Hansteen diese: der Innere Kern der Erde ist eine metallene Kugel, dessen Halbmesser zwischen $\frac{3}{4}$ und $\frac{5}{10}$ des Erdhalbmessers ist; diese Kugel muß aus einem der drey Metalle, Eisen, Nickel oder Kobalt bestehen, welche der magnetischen Kräfte in einem bedeutenden Grade empfänglich sind. In Ansehung der Beantwortung der beyden andern Fragen scheint es Herrn Hansteen möglich, daß durch das Wechselverhältniß, welches zwischen der Sonne und allen Planeten und zwischen letztern und ihren Monden Statt findet, in jedem dieser Globen, sofern dessen Bestandtheile solches gestatten, ein magnetischer Gegensatz erregt werden könne, in einer Richtung, welche abhängig seyn muß von der Lage der Umdrehungsaxe gegen die Fläche der Bahn. Jeder der Planeten könnte also in der Sonne eine eigene magnetische Axe erzeugen; da aber ihre Bahnen nur kleine Winkel wechselseitig mit einander und dem Sonnenäquator machen, so fallen diese magnetischen Axen vielleicht insgesammt mit der Umdrehungsaxe jener zusammen. Die Planeten, welche ohne Monden sind, würden alsdenn nur eine magnetische Axe haben, die übrigen allemal eine Axe mehr als sie Monden haben, sofern diese verschiedenen Axen wegen des gegenseitigen geringen Winkelabstandes der Mondbahnen nicht etwa in eine einzige zusammenfielen. Die konischen Bewegungen der Rotationsaxen der Planeten um die Pole der Ecliptik verbunden mit der rotirenden Bewegung der Bahnen um die Aequatorialfläche der Sonne möchte dann vielleicht die veränderte Lage der Axen erklären. Uebrigens ist er der Meinung, daß die große von ihm gefundene Magnetperiode, nach deren Verlaufe beyde Magnetaxen wieder dieselbe Lage haben, vielleicht (welches aber doch etwas

zweifelhaft scheine) mit der Präcessionsperiode der Nachtgleichungspunkte einerley seyn könne.

Auf einer andern in den Jahren 1817 bis 1820 in wissenschaftlichen Zwecken angestellten Seereise um die Welt unter dem Königl. Schiffskapitain Louis v. Freycinet *) ward besonders eine genauere Untersuchung über die Gesetze des Erd-Magnetismus beabsichtigt. Die sehr genauen und zahlreichen Beobachtungen wurden theils während des Aufenthalts an den Landungsörtern, und theils regelmäßig während der Schiffahrt am Bord des Schiffs angestellt. Die erstern, besonders schwierigen und feinen Messungen der magnetischen Neigungen scheinen unter allen bekannten dieser Art die vollkommensten zu seyn. Aus allen diesen Beobachtungen ging hervor, daß die krummen Linien gleicher Abweichung, und die Curven gleicher Neigung und gleicher magnetischer Kraft auf der Erdoberfläche eine solche sonderbare Gestalt haben, daß es kaum erlaubt ist, Punkte durch Einschaltung auf ihnen zu bestimmen. Es ist daher kein anderes Mittel über sie zu etwas Zuverlässigem zu gelangen, als die Beobachtungen möglichst zu vervielfältigen.

Vermöge der Neigungs-Beobachtungen des Herrn v. Freycinet wird die besondere Beugung des magnetischen Erdäquators in der Südsee bestätigt, welche aus den Beobachtungen von Cook hervorging.

Die bisher bekannten magnetischen Erscheinungen ließen mit großer Wahrscheinlichkeit schließen, daß sie magnetische Wirkungen sind, welche vom Mittelpunkte aller magnetischen Kräfte der Erde herrühren. Ob nun aber im Innern der Erde ein wirklicher Magnetkern sich befinde, oder ob die magnetischen Phänomene als eine Gesammtwirkung aller in der Erde zerstreueten Theile abzuleiten sind? kann nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Nach Biot scheint die letztere Annahme mehr für

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 84. ff.

sich zu haben. Was die sekundairen Mittelpunkte betreffe, so würden sie sich alsdenn aus dem Vorwiegen einiger örtlichen Anziehungen ergeben. In der That zeigten auch die Beobachtungen unbezweifelt, daß das Gesammt-System der magnetischen Neigungen, Abweichungen und Intensitäten sehr merklich, und mannichmal auf eine ganz plötzliche und unregelmäßige Weise, durch die Nähe großer Bergketten modificirt werde. Dies scheine auch in Uebereinstimmung mit der sonderbaren Biegung zu seyn, welche der magnetische Aequator bey den zahlreichen Inselgruppen der Südsee zeige. Bekanntlich seyn die Inseln, womit dieses Meer übersäet ist, nichts anders als die Gipfel sehr hoher Berge, welche blos mit der Spitze aus der Tiefe eines sonst bodenlosen Oceans herausreichten. Wenn ein großer Theil ihrer Masse, wie sehr geachtete Naturforscher geglaubt hätten, durch die Wirkung unterirdischer Feuer hervorgebracht oder geformt worden sey, so würde das System dieser Inseln die ausgedehnteste vulkanische Kette, welche auf der Erde vorhanden sey, bilden. Dann fände sich in allen den Unregelmäßigkeiten, die durch dies System in den allgemeinen Gesetzen des Erd-Magnetismus hervorgebracht würden, nichts, was sich nicht ganz einfach mit den sonst beobachteten Erscheinungen in vulkanischen Gegenden in Uebereinstimmung bringen ließe. Denn nothwendig habe die Wirkung der unterirdischen Feuer den chemischen Zustand und die natürliche Anordnung der Eisentheilchen an den Orten, wo sie sich äußerte, verändern müssen, was nicht geschehen konnte, ohne eine Störung in der Richtung der Magnetnadel und eine Modification der allgemeinen Wirkung der Erde an diesen Orten zur Folge zu haben. Es wäre daher wohl möglich, daß der besondere magnetische Mittelpunkt im Südmeer von solchen Ursachen herrühre.

Seitdem endlich durch Oersted's Entdeckung die magnetische Wirkung mit der galvanisch-elektrischen Wirkung in der genauesten Verbindung zu seyn scheint, so sind

auch die Ansichten zur Erklärung der magnetischen Wirkungen der Erde von den bisherigen gar sehr geändert worden, wovon die Artikel: **Abweichung der Magnetnadel** (Th. VIII. S. 9. ff.) und **Elektro-Magnetismus** (Th. IX.) nachzulesen sind.

Nickel (Zus. zu S. 736. Th. III.). Dieses von Cronstedt entdeckte Metall läßt sich sehr schwer reinigen und ist magnetisch. Es kommt gewöhnlich in Verbindung mit Arsenik, mit seinem sehr festen Begleiter dem Kobalt und Schwefel vor. Gewöhnlich wird dies Metall aus seiner Schwefelverbindung, dem **Kupfernickel** der Deutschen, gewonnen, wo ihm gewöhnlich Arsenik, Kobalt, Eisen und Schwefel beygemischt ist. Um den Schwefel und Arsenik auszutreiben, wird das Erz zuerst geröstet, dann mit 2 Theilen schwarzem Fluß in einem Schmelztiegel vermischt, mit salzsaurem Natron bedeckt, und in einem Schmiedeofen erhitzt. Das auf diese Art gewonnene Metall ist noch immer sehr unrein, und muß in verdünnter Salpetersäure aufgelöset, dann bis zur Trockniß abgedampfet werden. Nachdem dies Verfahren mehrere Male wiederholt worden ist, wird der Rückstand in einer Auflösung von Ammonium aufgelöset, welches völlig frey von Kohlensäure ist. Die Auflösung wird wiederum bis zur Trockniß abgedampft, dann mit 2 oder 3 Theilen schwarzem Fluß vermischt, und in einem Schmelztiegel über $\frac{1}{2}$ Stunde lang einer sehr heftigen Hitze ausgesetzt.

Das ganz reine Nickel, wenn es völlig kobaltfrey ist, hat eine silberweiße Farbe, ist in der Luft unveränderlich und so wohl kalt als beym Rothglühen vollkommen geschmeidig, so daß man es in dünne Bleche von $\frac{1}{100}$ Zoll ausgewalzt und zu Draht von $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmesser gezogen hat. Beynahe ist es so strengflüssig als das Mangan; sein specifisches Gewicht ist nach Richter 8,279, und das des geschmiedeten 8,82. Es ist magnetisch, nimmt und behält die magnetische Kraft, so daß es zu Compassen gebraucht werden kann. Bey

einer sehr hohen Temperatur entzündet sich das Nickel im Sauerstoffgas z. B. wenn man es auf eine glühende Kohle legt, und Sauerstoffgas darauf leitet. Chenevix hatte die Beobachtung gemacht, daß ein sehr kleiner Theil Arsenik verhindert, daß der Nickel vom Magnet angezogen werde. Daher kann man mit Sicherheit auf die Anwesenheit von Arsenik schließen, wenn der Magnet keine Anziehungskraft auf den Nickel äußert.

Noch ist es nicht bestimmt entschieden, wie viele Oxydationsstuffen das Nickel hat. Mit Genauigkeit kennt man nur ein Oxyd und zwey Superoxyde. Nach Buchholz's Versuchen scheint es wahrscheinlich, daß es einen Oxydul hat, und nach denen von Tupputi, daß es auch ein Suboxyd giebt.

Das Suboxyd soll man erhalten, wenn Nickelspäne auf einem Thonscherben ausgebreitet und einer Hitze von 20 bis 24 Pyrometergraden ausgesetzt werden. Dabey werden sie in ein dunkelbraunes Pulver versetzt und nehmen etwa um 5 p. C. am Gewicht zu. Dieß dunkle Pulver wird vom Magnet gezogen, und mit Entwickelung von nitrösem Gas in Salpetersäure aufgelöset.

Das Oxydul erhält man nach Buchholz, wenn salzsaures Nickeloxyd in Destillationsgefäßen bis zum Sublimiren erhitzt wird. Dabey entwickelt sich oxydirt salzsaures Gas, und sublimirt sich ein goldgelbes glänzendes Salz. Dieses Salz soll salzsaures Nickeloxydul seyn.

Das Oxyd gewinnt man, wenn das Metall in concentrirter Salzsäure oder in Salpetersäure aufgelöset und das Oxyd mit Alkali niedergeschlagen wird; oder wenn Nickel in der Glühehitze durch Salpeter oxydirt, oder wenn salpetersaures Nickel während des Glühens zersetzt wird. Es hat eine dunkle, aschgraue Farbe, ist nicht magnetisch, wird von Säuren leicht aufgelöset, in kaustischen Alkalien aber ist es unauflöslich.

Das erste Superoxyd erhält man, wenn salpetersaures Nickeloxyd bey einer nicht zum Glühen erforder-

lichen Temperatur zersetzt wird. Es hat eine schwarze Farbe. Es zersetzt sich und entbindet Sauerstoffgas so wohl in der Glühehitze, als wenn es mit Schwefelsäure oder Salpetersäure übergossen und digerirt wird.

Das zweyte Superoxyd, eine Entdeckung von Thenard, gewinnt man, wenn Nickeloxydhydrat, eine Verbindung des Nickeloxyds mit Wasser, mit dem Superoxyd des Wasserstoffs behandelt wird. Von Farbe ist es schmutzig hellgrün.

M. s. neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 53. ff. S. 282. ff. B. III. S. 244. ff. Berzelius Lehrbuch der Chemie, aus d. Schwed. übers. von Blöde und Palmstedt B. II. S. 520. ff.

Nitricum s. Stickstoff.

Nordlicht (Zus. z. S. 755. Th. III.). Dem Bericht, welchen der ältere Gmelin über das Getöse, Zischen und Brausen bey sehr lebhaften Nordlichtern abstattet, haben mehrere neuere Beobachter gänzlich widersprochen. So führt Patrin [α]) an, daß Gmelin's Erzählung ein bloßes Mährchen seyn, welches ihm blos nach Hören-Sagen bekannt geworden. Seine Liebe zum Wunderbaren habe ihm die Veranlassung gegeben, dies nur anzuführen, um seine Erzählung mehr zu beleben. Bey drey Nordlichtern, die er selbst gesehen und beobachtet habe, erwähne er keines Geräusches. Pallas, der sechs Jahre in Sibirien zugebracht habe, und er selbst bey seinem 9jährigen Aufenthalte in Sibirien, hätten nie ein Nordlicht mit Geräusch gesehen. Selbst der Bischoff Egede, welcher 15 Jahre in Grönland gelebt, und der Prediger Horrebode, von dem wir Beschreibungen von 116 Nordlichtern besäßen, führten nicht im geringsten an, daß sie bey diesen leuchtenden Meteoren ein Geräusch und ein Knistern gehört hätten. Dagegen berichtet aber Herr Biot [β]) daß Herr Edmonston

---

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVII. S. 346. ff.
β) Lehrbuch der Experimentalphysik. B. III. Leipz. 1825. 8. S. 99.

das Geräusch des Nordlichtes mit denselben Charaktern, als Gmelin, beschrieben habe. In einem Briefe an ihn, in welchem Edmonston von einem großen Nordlichte, das er am 1ten Novemb. 1818 in Umst, einer der Shetländischen Inseln, beobachtete, Nachricht ertheilte, führt er an, er habe gerade zwey glaubwürdige Personen in seinem Hause, welche auf der Fahrt von London nach den Shetländischen Inseln vom Winde bis 63½ Grad Breite, mithin fast bis zur Höhe von Island hinaufgetrieben worden seyn, als dies Nordlicht begann. Es machte ein solches Geräusch, daß die Matrosen sich fürchteten, auf dem Verdeck zu bleiben, und verbreitete ein so starkes Licht, daß es hinreichte, um dabey den Seecompaß zu beobachten. Diesen Zeugnissen zu Folge glaubt Herr Biot wohl mit Recht, daß dies Meteor mannichmal so tief herabkomme, daß es hörbar werde. Die neuesten Beobachtungen über dieses glänzende Phänomen, welche zum Theil auf der Entdeckungsreise zu Lande nach dem Polar-Meere unter dem Kapitain Franklin während des Winter-Aufenthaltes 18 20/21 unweit des Kupferminen-Flusses von dem Lieuten. Hood und von dem D. Richardson α), und zum Theil von D. Thienemann β) in den Jahren 1820 und 1821 in Island sind gemacht worden, erwähnen nichts von einem Geräusche oder Knistern, obgleich die Menge der beobachteten Nordlichter sehr beträchtlich war. Ersterer bemerkte zwar bey einem Nordlichte am 11ten März 1821 in den Theilen eines Streifens von gelblichgrauem Lichte eine schwache innere Bewegung, welche in einem heller und dunkler Werden bestand, wobey zugleich in Zwischenräumen von 5 bis 10 Minuten ein Geräusch gehört wurde, als wenn mit einem Stabe schnell durch die Luft geschlagen würde, welches von verschiedenen Theilen des Himmels auszugehen, und mit dem Aufglänzen des Nordlichtes in Ver-

---

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXV. S. 1. ff.
β) Ebendaselbst. S. 59. ff.

bindung zu stehen schien; allein nach genauerer Untersuchung ergab sich, daß dies Geräusch durch das Zusammenziehen des Schnees bey schneller Zunahme der Kälte entstanden war, indem man dasselbe auch noch am folgenden Morgen hörte, bey gänzlicher Verschwindung des Nordlichtes. Er führt überhaupt an, daß er nie ein Geräusch gehört habe, von dem sich mit Zuverlässigkeit hätte behaupten lassen, daß es von dem Nordlichte herrühre. Das einstimmige Zeugniß der Eingebornen aber, sowohl der Creeks, Kupfer-Indianer und Esquimaux, als auch aller ältern Residenten in diesen Gegenden, bestimmten ihn zu glauben, daß die Bewegung desselben zuweilen hörbar sey. Thienemann versichert dagegen, nie ein Geräusch bey einem Nordlichte in Island gehört zu haben; auch habe er von keinem derjenigen, welche in Island viele Jahre und in großer Stärke diese Erscheinung beobachtet hätten, ein Zeugniß von dem Geräusche bey Nordlichtern erhalten können.

Nach Hood läßt sich die Gestalt, in welcher das Nordlicht über den Horizont hervortritt, und die, welche es bey seinem Fortschreiten über den Himmel annimmt, unter zwey allgemeine Beschreibungen bringen. Zur ersten Classe rechnet er die, welche Anfangs wie Regenbogen oder andere Bogen erscheinen. Sie steigen dann aufwärts, wobey ihr mittlerer höchster Theil immerfort im magnetischen Meridian bleibt, oder sich einige Grade östlich oder westlich von demselben diesem parallel fortbewegt. Selten sind zugleich mehr als 5 solche Bogen, und ebenfalls ist selten nur einer zu sehen. Nie ist die Höhe auch des niedrigsten, wenn man ihn zuerst erblickt, unter 4°. Beym höhern Hinaufziehen wird der Abstand ihres östlichen und westlichen Endes (am Horizonte) größer, und die Bogen werden in dem Zenithe unregelmäßig-breite Ströme, von welchen jeder den Himmel in zwey ungleiche Theile theilet, doch nie einer den andern durchkreuzt, bevor sie sich in Theile trennen. Die Bogen, welche am Horizonte hell glänzen, nehmen an

Glanz im Zenithe zu, und man wird die Strahlen gewahr, aus welchen sie zusammengesetzt sind, wenn die innere Bewegung schnell ist. Diese innere Bewegung ist ein plötzliches Aufglühen, das nicht von irgend einer sichtbaren Concentrirung der Materie herrührt, sondern an verschiedenen Theilen des Bogens losbricht, als wenn eine verbrennliche Materie entzündet worden wäre, und verbreitet sich schnell nach beyden Enden. In dieser Bewegung werden die Strahlen gebildet, die als konische Lichtbündel in parallelen Lagen neben einander, mit ihren zugespitzten Enden der Erde zugekehrt, in der Regel in der Richtung der Magnetnadel, sich befinden. Sie haben zweyerley Bewegung; die eine rechtwinklicht auf ihre Länge oder seitwärts, und vermöge dieser gehen Kränze, geschlängelte Gestalten, oder unregelmäßig gebrochene Curven aus ihnen aus, welche Kränze, wenn sie im Zenith sind, die Erscheinung der Nordlichtskronen darstellen. Ihre zweyte Bewegung ist ein kurzes zitterndes Vibriren, bey dem sie ihren Parallelismus nicht genau behalten, welches Flackern allezeit von Farben begleitet ist. Denn oft entstehen auch Strahlen ohne Farben, in welchem Falle die vibrirende Bewegung nicht bemerkt wurde. Die Strahlen haben in verschiedenen Nordlichtern (mannichmal sogar in denselben) verschiedene Größen, wahrscheinlich nach der Verschiedenheit ihres Abstandes von dem Beobachter. Wiederholt sich die angeführte Entwickelung oft, so zerstört sie die Gestalt und den Zusammenhang der Bogen, obgleich auch sodann das Nordlicht einem Beobachter am südlichen Horizonte ohne Zweifel noch immerfort bogenförmig erscheint. Während die Bogen nach dem Zenithe hinauf gehen, nimmt ihre Anzahl oft zu oder ab, durch ein Zerstückeln, dessen besondere Umstände ihre zu große Entfernung nicht gewahr werden läßt; aber auch dann gehen ihre verschiedenen Theile allmählich nach Süden über, wo sie wieder die Gestalt eines Bogens annehmen. Sie werden auch mannichmal in Flammen, und andere abgerissene Theile zer-

rissen, die nach Süden ostwärts fortziehn. Auf das Fortbewegen eines Bogens vom nördlichen zum südlichen Himmel pflegt eine Zeit von 20 Minuten bis 2 Stunden hinzufließen. Die am Horizonte lichtschwachen Bogen gingen häufig über das Zenith weg, ohne alles Zunehmen an Glanz und ohne alle sichtbare innere Bewegung. Hood hielt diese Nordlichter für viel höher, als alle andere.

Die zweyte Classe von Nordlichtern machen diejenigen aus, welche sich aus verschiedenen Strichen des Compasses zwischen Nord und West, nach den entgegengesetzten Strichen zu fortpflanzen, mannichmal auch am südöstlichen Viertel des Himmels entstehen, und sich nach Nordwest verbreiten. Sie lassen sich, wie die vorigen, unterabtheilen, in entfernte Bogen, welche nach dem Süd-Himmel ohne eine recht sichtbare Veränderung ihrer Gestalt hienüberziehn, und in solche, welche dabey Strahlen entwickeln und sich in Zwischenräumen in Kränze, Flammen und unregelmäßige Segmente trennend, alle oben beschriebene Erscheinungen zeigen.

Um die Art deutlich zu machen, wie die beyden Classen der Nordlichter nach dem Horizont zu geführt werden, benennt Hood directe Bewegung der Bogen diejenige, welche in Richtungen vor sich geht, die selten über zwey Compaßstriche vom magnetischen Meridian abweichen, Seitenbewegung der Bogen aber diejenige, durch welche das Nordlicht sich beynahe rechtwinklicht auf den magnetischen Meridian fortpflanzt. Denkt man sich eine Masse Nordlicht, die beym Entstehn des Meteors von länglicher Gestalt ist, und ihrer Länge nach die Meridiane rechtwinklicht durchschneidet, in directer Bewegung nach dem magnetischen Süd, doch mit verschiedener Geschwindigkeit ihrer Theile, und zugleich mit ihren beyden Enden durch Seiten-Bewegung von dem Mittelpunkte sich fortdauernd entfernend und so die Masse verlängernd, und es tritt der mittelste Theil der Masse zuerst über dem nördlichen Horizont hervor; so muß er wie ein Bogen erscheinen, weil

die wahren Enden unsichtbar sind, und die directe Bewegung führt ihn in dieser Gestalt nach Süden. Wenn dagegen eines ihrer Enden zuerst über dem Horizont hervortritt, so wird es sich durch seine Seitenbewegung nach entgegengesetzten Strichen ausdehnen und zugleich vermöge seiner directen Bewegung nach Süden gehe.

Es giebt noch zwey andere, nicht häufig vorkommende Gestalten des Nordlichtes, welche unter keine dieser beyden Beschreibungen passen. Die erste ist eine kleine hoch über dem Horizonte stehende Lichtmasse, mannichmal mit glänzenden Strahlen, und dann verschwindend oder nach dem Südhimmel übergehend; vermuthlich ein bey heftiger Bewegung losgerissener Theil von einer unter dem Horizont befindlichen Nordlichtmasse. Die zweyte ist ein von Nord nach Süd gerichteter Bogen; in einem solchen gehn die directe Bewegung und die Seitenbewegung nach einerley Richtung vor.

Die Flammen und Strahlen sind nach Hood's Meinung allgemein der Neigungs-Nadel parallel, wie sich von selbst ergiebt, wenn man bedenkt, daß sie sich nach den Regeln der Perspektive zeigen müssen. Denn nahe den magnetischen Meridian erscheinen sie lothrecht, in einiger Entfernung östlich oder westlich von demselben aber sind sie gegen den Horizont unter verschiedenen Winkeln geneigt. Die Kronen und Kränze des Nordlichtes kommen dem Beobachter oft so nahe, daß die Strahlen unter Gesichtswinkeln von 10° oder 12° gesehn werden, und diese zeigen sich dann von den Flammen durch nichts verschieden, als durch minder lange Dauer. Die Farben, welche die Strahlen bey schneller innerer Bewegung haben, sind erbsengrün an den obern, und purpur und violet an den untern Enden; das sind eben die Farben, welche Morgan an dem Lichte elektrischer Funken, die er in eine luftleer gepumpte Glaskugel hineinschlagen ließ, (s. Theil I. S. 883.) wahrgenommen hatte.

Den Beobachtungen des Herrn Richardson zu Folge hat das Nordlicht zu Zeiten seinen Sitz in Luftregionen un-

terhalb einer Art von Wolken, welche in keiner großen Höhe schweben; nämlich unter der Modification des Cirro-stratus, welche so tief in der Luft herabsteigt, daß sie eine dunst- oder nebel-artige zusammenhangende Wolkenfläche im Zenith, oder eine Nebelschicht im Horizonte bildet. Ueberhaupt glaubt er aus seinen Beobachtungen zu folgern, daß stets die Bildung einer oder der andern der verschiedenen Gestaltungen des Cirro-stratus, dem Nordlichte unmittelbar vorhergehet, oder dasselbe begleitet. Beständig hat er das Nordlicht am lebhaftesten glänzen sehn, wenn nur sehr wenige dünne Cirro-stratus-Streifen in der Luft schwammen, oder wenn der Cirro-stratus so verdünnt war, daß sich dessen Vorhandenseyn blos durch die Bildung eines Hofs rund um den Mond verrieth. Eben dasselbe beobachtete auch Thienemann in Island; er fand die Gestalt des Nordlichtes mit der jener Wolken, welche man im gemeinen Leben Wetterbäume, Windbäume und Wolkenschäfchen zu nennen pflegt, auffallend ähnlich. Diese Aehnlichkeit führte ihn auf die Vermuthung, daß diese Wolken selbst das Nordlicht enthielten, und bald hatte er das Vergnügen diese Vermuthung vollkommen bestätigt zu finden. Er sah nämlich bey klarem Wetter, wie diese Wolken im Mittag sich bildeten, und ihre gewöhnliche Gestalt annahmen, und sobald es anfing etwas finster zu werden, allmählig an Beleuchtung zunahmen, bis sie als gewöhnliche Nordlichter erschienen. Bey Annäherung des Morgens wurden sie wieder blässer, und erschienen nach und nach blos als gewöhnliche Wolken. Auch bemerkt Thienemann, daß das Nordlicht nicht an die Wintermonate und an die Nacht gebunden sey, sondern es könne jederzeit unter günstigen Umständen gegenwärtig seyn, werde aber nur in Abwesenheit des Sonnenlichtes deutlich sichtbar; überdem stehe es auch in gar keiner bestimmten Beziehung auf die Witterung. Dagegen führen aber die Herren Franklin, Hood und Richardson an, daß die Einwohner an dem Orte ihrer Beobachtungen ausgesagt

hätten, das Nordlicht zeige durch die Art, wie es erscheine, den Zustand der Witterung am folgenden Tage an. Wenn es z. B. hell glänze und sich schnell bewege, so folge heftiger Wind; wenn es aber dünn und über den ganzen Himmel verbreitet sey, ein milder und wolkiger Tag. Eine genaue Vergleichung mit ihrem meteorologischen Tagebuche bestätigte diese Aussage nicht; dagegen schien es aber nicht unwahrscheinlich, daß umgekehrt das Wetter einen bedeutenden Einfluß auf das Nordlicht habe. Nach Thienemann ist die gewöhnliche Gestalt des Nordlichtes in Island die bogenförmige und zwar in der Richtung von Nordost nach Südost, etwas nach der einen oder andern Seite oft abweichend. Es erscheint die Erleuchtung in zitternder, gleichmäßiger Bewegung, oder in einem unruhigen Aufflackern, und oft in einer unbeschreiblich geschwinden theils partiellen, theils allgemeinen rollenden Bewegung der leuchtenden Theilchen nach verschiedenen Richtungen und in verschiedenen Gestalten.

Daß die Nordlichter eine genaue Verbindung mit dem Magnetismus und der Elektricität haben, war schon von vielen ältern Beobachtern dieses Phänomens wahrgenommen worden. Unter andern hatten besonders die beyden Herren Dalton *) in Kendal und Crosthwaite in Keswick eine große Menge sehr lebhafter und vollständiger Nordlichter in den Jahren 1792 und 1793 genau beobachtet, wobey sich durch genaue Bestimmung der zu Stande gekommenen Richtung der Bogen und der Krone ergab, daß die Mitte der Bogen immer fast genau in dem magnetischen Meridian lag, und der Mittelpunkt der Krone in der Verlängerung der Inclinationsnadel. Dalton entwickelte aus seinen Beobachtungen über das Nordlicht, in der Meinung, daß es magnetischer Natur sey, eine sehr genügende geometrische Theorie, welche in den

*) Meteorogical Observations and Essays. London 1793 p. 152. ff.

neuern Zeiten Biot auf eine populaire Art vorgetragen, und mit Ansichten neuerer Art in Verbindung gebracht hat, wovon das Wesentlichste in der Folge beygebracht werden soll. Was aber Dalton's Meinung betrifft, daß nämlich die Bogen des Nordlichtes den magnetischen Meridian immer rechtwinklicht durchschneiden sollen, so bemerkt Richardson, daß zwar sehr häufig ein scheinbares Convergiren der Theile des Nordlichtes nach dem magnetischen Ost oder West oder nach Punkten in ihrer Nachbarschaft Statt finde; allein es erscheine doch sehr selten das Nordlicht, wenn es queer über den Himmel, ja selbst durch das Zenith gehe, dem Auge als ein Kreisbogen, sondern es sey entweder elliptisch, oder bilde verschiedene irreguläre Curven und Biegungen. Richardson's Beobachtungen zu Folge sind die schmalen Strahlen Licht, aus welchen das Nordlicht besteht, wenn es sich sehr schnell bewegt, vollkommen ähnlich einer schnellen Folge elektrischer Funken, die aus einem geladenen Cylinder mittelst eines mit einer Reihe Spitzen besetzten Körpers, den man schnell vor ihm hin und her bewege, entlockt werden. Man gedenke sich eine lang gestreckte Wolke, welche am einen Ende ihrer Oberfläche, aus einer Reihe von Spitzen, ihre elektrische Ladung einer ähnlichen ihr parallelen Wolkenmasse mitzutheilen anfange. Es wird dann scheinen, als sehe man einen Lichtstrom, der aus lauter parallelen, auf seine Richtung senkrechten Strahlen bestehe. War das Nordlicht schwach, so hatte es allgemein eine stahlgraue Farbe oder die Farbe der Milchstraße. Befand sich am Himmel die niedrigstehende nebelartige Abart des Cirrostratus, so war das Licht größtentheils bald blässer bald stärker goldgelb; und bey klarem Himmel, oder wenn nur einige oder dünne Streifen von Wolken sichtbar waren, erschienen sehr lebhafte und prismatische Farben.

Die Herren Franklin und Hood bemerkten ebenfalls eine genaue Verbindung des Nordlichtes mit dem Magnetismus und Elektricismus, und Richardson äußerte,

daß vielleicht die Wolken, aus welchen das Nordlicht bestehe, ihre besondere Anordnung durch die Wirkung einer Ursache, z. B. Magnetismus annehmen könnten, während die Aussendung von Licht von einer andern Ursache hervorgebracht würde, vielleicht durch eine Veränderung in ihrer innern Constitution, verbunden mit einer Bewegung der elektrischen Materie.

Nach den bisher angestellten Beobachtungen über die Nordlichter ist nach Herrn Biot die Entstehung des Nordlichtes folgende: Es erzeugt sich aus wahren Wolken, welche gewöhnlich aus Norden kommen, und eine ziemlich leichte Materie oder ein so feiner Stoff sind, daß sie sich lange Zeit in der Luft schwebend zu erhalten vermögen; unter Umständen können sie leuchtend werden, und sind besonders für den Erdmagnetismus empfindlich, und reihen sich dieserwegen selbst in Säulen, welche sich gerade nach der Erde zu richten, wie es wahre Magnetnadeln thun würden. Nun aber kennten wir unter den irdischen Materien bis jetzt keine andern, deren Theilchen des Magnetismus fähig sind, als einige Metalle. Es sey daher wahrscheinlich, daß die Säulen des Nordlichtes, wenigstens großentheils, aus metallischen Theilchen von äußerster Feinheit bestehen. Hieraus ergebe sich aber sogleich eine andere Folgerung. Alle bekannte Metalle seyen gute elektrische Leiter; die verschiedenen Luftschichten seyen aber gewöhnlich mit sehr ungleichen Mengen von Elektricität angefüllt. Ein elektrischer Drache gebe am untern Ende seiner metallischen Schnur gewöhnlich Zeichen positiver Elektricität, indeß er mit Gay-Lussac bey der gemeinschaftlichen Luftfahrt an dem obern Ende eines Drahtes, der aus der Gondel in die tiefer liegenden Luftschichten herabgelassen wurde, Zeichen von negativer Elektricität erhielt. Es böten daher die in der Luft schwebenden, aus metallischen Theilen bestehenden Säulen des Nordlichtes, welche in den Gegenden um den magnetischen Pol fast vertikal hingen, den ungleichen Elektricitäten der Luftschichten in verschiedenen Hö-

hen mehr oder minder vollkommene Leitung dar. Uebertreffe das Bestreben dieser Elektricitäten, sich gleichmäßig zu verbreiten, den Widerstand, den ihnen die Unvollkommenheit des Leitungsvermögens der Säulen entgegenstelle, so müßten die Elektricitäten längs dieser Säulen hinfließen, und dabey müsse ihr Weg leuchtend erscheinen, wie dies allgemein bey nicht stetigem Zusammenhange der Leitung geschehe. Gehe dieses Ueberströmen in sehr hohen Regionen der Atmosphäre vor, wo die Luft bey ihrer Dünnheit der Bewegung der Elektricität nur wenig Widerstand leisten könne, so sey das Ueberströmen von keinem Geräusche begleitet, gerade so, wie in unsern luftleeren Röhren; erstrecke es sich aber bis in die untern Luftregionen herab, so müsse hier nothwendig das Blasen und das Knistern entstehen, welche in der That das Nordlicht zu begleiten schienen, wenn es bis zur Oberfläche der Erde herabkomme. Noch folge hieraus, daß, da das Meteor nur durch diese zufällige Ursache sichtbar werde, es in der Luft vorhanden seyn, und auf die Magnetnadel wirken könne, ohne daß man es gewahr werde. Auch sey es möglich, daß es nur an gewissen Stellen glänzend werde, an allen andern dunkel bleibe, indeß in andern Fällen, wenn das elektrische Gleichgewicht plötzlich und allgemein aufgehoben werde, sich die ganze meteorische Säulenreihe in einem Augenblicke zu entzünden vermöge. Endlich übersehe man hieraus, warum das Meteor an Stärke in dem Maße abnehmen müsse, als die meteorischen Wolken weiter nach den südlichen Gegenden hinzögen. Dort könnten sie sich nicht nur weiter ausbreiten, sondern es müßten auch die, die Elektricität leitenden Säulen, welche überall die Richtung der Magnetnadel annähmen, dort der horizontalen Lage sich immer mehr nähern, und folglich ihre beyden entgegengesetzten Enden in minder von einander entfernten Luftschichten haben, die eben deshalb mit minder verschiedenen Mengen von Elektricität geladen seyn. Ueberdies gebe in den südlichen Gegenden die größere Feuch-

tigkeit der Luftschichten viel häufigere Gelegenheit, sich zu entladen, als in den nördlicheren.

Alle diese den Beobachtungen völlig entsprechenden Folgerungen ergeben sich nach Biot aus der einzigen Grundansicht, daß die Säulen, welche das Nordlicht ausmachen, wenigstens großentheils metallischer Natur sind. Ihre Uebereinstimmung mit den Erscheinungen erhöhe daher gar sehr die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme, auf welche der Magnetismus der meteorischen Säulen uns zuerst hingewiesen habe; und die innere Verbindung und genaue Abhängigkeit, in welche die so zahlreichen und so verschiedenartigen Eigenheiten des Nordlichtes mit einander unter dieser Idee träten, gäben ihr einen Charakter von Realität, welchen man selten in denjenigen physikalischen Betrachtungen antreffe, die nicht der Wahrheit gemäß seyn.

Aber außer den leuchtenden Strahlen, die durch das bloße Ueberströmen der Elektricität zu entstehen schienen, komme in den Nordlichtern noch ein anderes Leuchten vor, das man sich schwerlich erwehren könne, für eine Erscheinung wahren Verbrennens in denjenigen phosphorischen Wolken anzuerkennen, die, wie viele Beobachter bezeugten, und er selbst gesehen habe, sich mannichmal von dem Herde des Meteors ablöseten, das Princip ihrer Phosphorescenz mit sich führten und von Zeit zu Zeit leuchtende Strahlen ausstießen, welche raketenartig eine Spur weißen Lichtes in der Luft hinter sich ließen. Man müsse es daher wenigstens als etwas Wahrscheinliches zugeben, daß die Materie des Nordlichtes Substanzen enthalten könne, die fähig seyn, sich zufällig zu entzünden, sey es von selbst, oder durch elektrische Entladungen, welche in der Substanz, die diese Wolken enthielten vorgingen, und von deren mächtiger chemisch verbindender Kraft unsere Laboratorien uns täglich Beweise gäben.

Von dieser Art seyen die physischen Bedingungen, welche das Nordlicht characterisirten, und die unmittel-

bar aus den verschiedenen besondern Umständen flössen, die in Begleitung desselben vorkämen. Nun entstehe aber die Frage, woher rühre der Stoff, aus dem es bestehe? Biot beantwortete vormals diese Frage durch die sehr ungenügende Hypothese *), daß die Metalltheilchen, die er als die Materie des Nordlichtes annimmt, die feinsten Auswürfe der Vulkane, welche im hohen Norden angetroffen würden, seyn möchten. Jetzt scheint aber Biot [β]) von dieser Voraussetzung abgekommen zu seyn, indem er anführt, daß sich die vorige Frage bis jetzt nur durch Vermuthungen beantworten lasse, die aber doch einer Entscheidung fähig seyn würde, wenn ein geschickter Beobachter einige Winter hindurch die besondern Eigenthümlichkeiten des Meteors in einer recht nördlich gelegenen Gegend aufmerksam verfolgte, unter Zuziehung aller Hülfsmittel, welche Chemie und Physik gegenwärtig zur Untersuchung derselben darböten.

Selbst Biot's erste Voraussetzung, daß nämlich die Substanz des Nordlichtes aus Metalltheilchen bestehen soll, wurde von Herrn Gilbert mit Recht für sehr unwahrscheinlich gehalten. Er führt dagegen folgende Fragen an: Wie ist es möglich, daß Metalltheile, auf die der Magnet wirkt, seyen sie auch noch so fein, in solchen großen Massen und Höhen, wie sie die Nordlichtsäulen haben müßten, geraume Zeitlang in der Atmosphäre schweben könnten, ohne zur Erde herabzusinken? und wie wäre es möglich, daß durch sie hindurch, bey einer solchen Beschaffenheit, Fixsterne noch sichtbar bleiben könnten, wie das doch bey den Bogen und Strahlen des Nordlichtes wirklich der Fall ist?

Sehr wahrscheinlich scheint das Nordlicht in der genauesten Verbindung mit dem Elektro-Magnetismus zu stehen, und die Elektricität die vorzüglichste Rolle dabey zu spielen. Dies beweisen

---

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXVII. S. 173. ff.

β) Lehrbuch der Experimental-Physik. B. III. S. 102. Leipz. 1825. 8.

1. Hood's Beobachtungen bey Nordlichtern. Ein an einem hochliegenden Orte aufgestelltes Saussure'sches Elektrometer zeigte während des ganzen Winters nie Spuren einer elektrischen Ladung durch die Atmosphäre. Und doch war die Elektricität der Körper der Beobachter zu Zeiten (wo Nordlichter entstanden) so groß, daß die Hollundermarkkügelchen Augenblicklich weit aus einander giengen, wenn die Hand dem Instrumente genähert wurde; auch war die Haut des menschlichen Körpers mitten im Winter so trocken, daß, wenn die Hände an einander gerieben wurden, ihre Elektricität bedeutend zunahm, und zugleich ein Geruch sich verbreitete, dem ähnlich, der entsteht, wenn das Kissen der Elektrisirmaschine stark an dem Cylinder gerieben wird. Dasselbe wurde noch stärker an einigen ausgestopften vierfüßigen Thieren wahrgenommen, welche im Zimmer hingen; häufig nahmen ihre ausgestopften Häute, sie mochten gerieben werden oder nicht, eine solche elektrische Ladung an, daß, wenn ihnen die Knöchel der Finger genähert wurden, sie einen empfindlichen Schlag gaben, der bis in den Ellenbogen gefühlt wurde.

2. Bemerkt Thienemann, daß seinen Beobachtungen zu Folge das Nordlicht an die Stelle der Gewitter tritt, und da am stärkstrn sichtbar wird, wo die Gewitter gänzlich aufhören, in der Nähe und innerhalb der arctischen Zone.

3. Ist der Beobachter dem Nordlichte nahe genug, und hat dasselbe eine beträchtliche Stärke, so hört er ein knisterndes Geräusch, und empfindet einen stechenden Geruch, welcher dem gleichet, den andere starke elektrische Explosionen erzeugen.

4. Kommt die Farbe des Nordlichtes ganz mit derjenigen überein, welche andere elektrische Erscheinungen (namentlich im luftleeren Raume) haben; gewöhnlich ist sie ein sanftes Gelb, dessen Strahlen aber häufig in den tieferstehenden Dünsten sich brechen, und dann regenbogenfarbig, hochroth u. s. f. erscheinen.

5. Diese Hypothese scheint durch die neuesten Beobachtungen, welche auf der Entdeckungsreise auf Nowaja-Zemlia sind gemacht worden, die größte Wahrscheinlichkeit zu erhalten. In den Jahren 1822 und 1823 nämlich erblickte man daselbst nur wenige Nordlichter, dagegen sie 1821, wo die Brigg fast immer mit Eis zu kämpfen hatte, weit häufiger waren. Auch in Schottland hat man die Bemerkung gemacht, daß, seitdem sich das Eis nach der Ostküste Grönland's gezogen hat, jenes Phänomen weit seltener geworden ist. Es scheint sich also nach Houbé's Annahme das elektrische Fluidum über dem Eise, als einem Nichtleiter, anzuhäufen, und sich dann in die obern Regionen der Atmosphäre zu ergießen [a]).

O.

Oele (Zus. z. S. 759. Th. III.). Herr Prof. Heinrich, welcher über die verschiedenen Temperaturen, und die dabey vorkommenden Erscheinungen, der fetten Oele Untersuchungen anstellte, fand, daß diejenigen fetten Oele, welche geschwinder trocknen, in der Luft leichter ranzig werden und in der Kälte schneller erstarren, wie z. B. Mohn- Nuß- und Leinoel [b]). Bey erhöheter Temperatur nahm er ein wirkliches Aufwallen, nur nicht so heftig, wie beym Wasser, gewahr. Die Dampfblasen strömten vom Boden des Gefäßes durch die ganze Masse bis zur Oberfläche, und entwichen in die umgebende Luft. Jedoch hatte dies Aufwallen kein Maximum der Temperatur, wie beym Wasser. Es fängt mit schwachem Blasenwerfen an, wächst langsam, erreicht ein Größtes, nimmt wieder ab und verschwindet zuletzt beynahe wieder ganz während dem die Temperatur immer höher wird. Daher scheint es nicht möglich zu seyn, bey fetten Oelen

---

a) *Zavalischini's Sieverni* Arkhif 1824. Julius, ausgez. in den neuen allgemeinen geographischen und statistischen Ephemeriden XVI. B. 10. St. 1825. S. 295.

b) Die Phosphorescenz der Körper. S. 186. ff.

einen bestimmten Siedpunkt, wie beym Wasser, anzugeben. Wollte man aber doch dergleichen Angaben bey den verschiedenen Oelen wünschen, so könnte man vermöge der von Heinrich angestellten Versuche diejenigen dafür gelten lassen, wo das Blasenwerfen sein Maximum erreicht. Bey der Reaumur'schen 80 theiligen Skale geschahe dies am Nußöl bey 245 bis 255°; am Rübsenöl bey 270 bis 280°; am Leinöl bey 275 bis 285°; am weißen Wachs bey 290 bis 300°; am Terpentinöl bey 120 bis 125°. Außerdem bemerkt Heinrich, daß die Selbstentzündung der fetten Oele nicht leicht erfolge, und daß die Schuld derselben gewöhnlich an der Form des Gefäßes, oder der Art der Feurung liege. Wenn man Flammenfeuer vermeidet, und solche Gefäße wählet, welche verhindern, daß der Oeldampf von der Glut des Kohlendampfs leicht ergriffen werde, so ereignet es sich nie, daß sich fette Oele und Fette in offenen Gefäßen freywillig entzünden, weil der Dampf, so wie er sich mit der Zimmerluft vermischt, bereits um einige Grade abgekühlt ist, und die zum Entzünden nöthige Temperatur verloren hat. Wenn aber das Oel einmal aus Versehen Feuer gefangen und dasselbe durch Bedeckung des Gefäßes wieder getilget ist, so wird es nach Heinrich zum zweyten oder dritten male viel leichter in Flammen ausbrechen. Merkwürdig war es ihm aber, daß Oele und andere brennbare Flüssigkeiten, welche bey ganz freyer Gemeinschaft mit der äußern Luft bis auf den höchsten Grad erhitzt nicht Feuer fangen, durch den geringsten elektrischen Funken, und durch das schwächste Flämmchen einer Kerze, einer Oel- oder Weingeistlampe u. s. w. sogleich hell auflodern.

Opium s. Mekonsäure und Morphin.

Osmium (Osmium) (N. A.). Ein neues Metall, welches von den beyden Herren Fourcroy und Vauquelin unter dem Platin entdeckt, von Herrn Tennant aber zuerst isolirt dargestellt wurde. Es hat seinen Namen Osmium von dem griechischen Worte ὀσμή (der

Geruch) wegen seines stechenden und eigenthümlichen Geruchs erhalten. Vauquelin *) hat ein kürzeres Verfahren, als Tennant, angegeben, das Osmium darzustellen. Das schwarze Pulver nämlich, welches bey der Auflösung des rohen Platins zurückbleibt, wird mit dem gedoppelten Gewichte Salpeter geschmolzen, und dann in eine porzellanene Retorte geschüttet, an welche man eine Röhre, die man in Kalkwasser eintaucht, befestigt. Die Röhre wird sodann erhitzt, und damit so lange angehalten, als sich noch Gas entwickelt. Die Erscheinungen, welche bey der Gasentwickelung Statt finden, sind folgende: das Gas, welches entweicht, scheint ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas zu seyn; außerdem ist aber auch mit der Entwickelung desselben die Bildung eines hellgelben Niederschlags in dem Kalkwasser, durch welches das Gas geht, verbunden; es erzeugen sich eine große Menge kleiner, weißer, nadelförmiger Krystalle in der Röhre, durch welche das Gas hindurchgeht; nachher verschwindet der gelbe Niederschlag, so wie die gelbe Farbe des Kalkwassers und die Krystalle, die sich in der Röhre gebildet hatten. Das Kalkwasser selbst, durch welches das Gas hindurchgegangen war, hatte die Eigenschaft einer Säure erhalten, roch stark nach Osmium, und zugetröpfelte Galläpfeltinktur brachte augenblicklich eine gesättigte blaue Farbe hervor. Es erhellte also hieraus, daß die in der Röhre sich gebildeten Krystalle Osmiumoxyd waren, daß diese Krystalle das noch heiße Gas mit sich fortgerissen hatten. Die gelbe Farbe, welche das Kalkwasser im Anfange annahm, rührte von seiner Verbindung mit Osmium her, und wurde durch die nachfolgende salpetrichte Säure wieder zerstört.

Wird nun das in der rückständigen Flüssigkeit der Retorte enthaltene Uebermaas von Kali mit Salpetersäure gesättigt, so entsteht ein grüner flockigter Nieder-

---

*) Annales de chimie. Tom. LXXXIX. p. 150. etc.

schlag, welcher aus Iridium, Titan, Eisen, Alaunerde und zuweilen aus einer geringen Menge Chromoxyd besteht. Nunmehr nimmt die Flüssigkeit die gelbe Farbe des chromsauren Kali an, und verbreitet einen starken Geruch nach Osmium, eine Anzeige, daß das Metall mit dem Alkali verbunden war. Filtrirt man diese gelbe Flüssigkeit, so enthält sie blos chromsaures Kali und Osmiumoxyd. Um dieses zu trennen, schüttet man etwas Salpetersäure in dieselbe, um die Verbindung des Kali mit dem Osmiumoxyd aufzuheben. Hierauf unterwirft man sie einer Destillation, und hält damit so lange an, bis alles Osmium übergegangen ist. Durch Zusatz von Salzsäure in die übergegangene Flüssigkeit nebst Hineinstellung einer Zinkplatte fällt das Osmium als Niederschlag in schwärzlichen Schuppen nieder. Die Flüssigkeit wird sorgfältig abgegossen, und der Rückstand gehörig mit Wasser ausgewaschen. Das ausgewaschene Osmium kann als reines Osmium betrachtet werden. Man trocknet es in gelinder Hitze, und verwahrt es in wohl verschlossenen Gefäßen.

Da das Osmium sehr flüchtig ist, oder vielmehr, da es sich bey einer niedrigen Temperatur oxydirt, so ist es bis jetzt unmöglich gewesen, dasselbe zu schmelzen, folglich die Farbe und das specifische Gewicht des metallischen Osmiums zu bestimmen. Einigen Anzeigen zu Folge scheint die Farbe dieses Metalls blau zu seyn; denn in dem Augenblicke, in welchem das Osmium aus seinen Auflösungen durch Zink gefällt wird, nimmt die Flüssigkeit eine purpurrothe Farbe an, welche bald in das schönste Blau übergeht. Diese blaue Substanz trennt sich nachmals von der Flüssigkeit, und fällt als ein Pulver von schwärzlicher Farbe nieder.

Oxalsäure s. Sauerkleesäure.

Oxydation (Oxydatio, Oxydation) (N. A.) heißt derjenige chemische Vorgang, durch welchen Metalle oder andere Stoffe in Oxyde verwandelt werden, indem sie sich mit einem gewissen Theile Sauerstoff verbinden.

Es unterscheidet sich die Oxydation von der wirklichen Säurung dadurch, daß der mit dem oxydirten Stoffe verbundene Sauerstoff noch nicht hinreichend ist, um eine Säure zu bilden.

Oxyde (oxyda, oxydes) (N. A.) heißen solche Substanzen, die sich mit einer gewissen Menge Sauerstoff verbunden haben, ohne jedoch dadurch in den Zustand einer wirklichen Säure gekommen zu seyn. M. s. den Artikel: **Sauerstoff.**

Oxydul. M. s. **Sauerstoff.**

Oxygenation (Oxygenatio, oxygenation) (N. A.). Man gebraucht dieses Wort häufig für Oxydation, und wird oft damit verwechselt; allein es unterscheidet sich dadurch, daß der Ausdruck Oxygenation einen allgemeinen Begriff ausdrückt, indem eine jede Verbindung mit Sauerstoff, das Produkt derselben mag seyn, was es für eines will, eine Oxygenation ist. Oxydation findet aber nur alsdenn Statt, wenn ein wirkliches Oxyd entsteht.

P.

Palladium (Palladium) (N. A.) ist ein von D. **Wollaston** im Jahre 1803 entdecktes Metall, welches sich hauptsächlich im Platinsande in gediegenem Zustande befindet; man hat es aber auch in einem andern mit Platina mechanisch gemengten Erze aus Brasilien gefunden, worin es größere und kleinere metallische Schuppen von einer strahligen Textur bildet. **Wollaston** hatte anfänglich eine gewisse Menge dieses Metalles, ohne seinen Namen zu nennen, einem gewissen Mineralienhändler in London, Namens **Forster**, zum Verkauf gegeben. **Chenevix** kaufte dasselbe an sich, und nachdem er glaubte es sorgfältig untersucht zu haben, erklärte er, daß dies Metall ein Kunstprodukt, eine Mischung aus Platin und Quecksilber, sey. Allein **Wollaston** zeigte nachher, daß das Palladium einen Bestandtheil des rohen Platins ausmache, und machte zugleich sein Verfah-

ren, dasselbe vom rohen Platin abzuscheiden, bekannt. Es besteht in folgenden:

Man löst Platinsand in Königswasser auf, dampft die Auflösung bis zur Verflüchtigung der freyen Säure ab, oder neutralisirt sie sehr genau mit kaustischem Natron, und setzt dann eine Auflösung von blausaurem Quecksilberoxyd (Cyan-Quecksilber) so lange hinzu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Bisweilen geschieht es, daß anfänglich kein Niederschlag geschieht, aber dies findet nach einer Weile Statt. Das Palladium wird ganz allein niedergeschlagen, weil das Quecksilberoxyd keines der übrigen Metalle zersetzt. Der Niederschlag ist hellgelb, und giebt bey einer starken Glühehitze reines metallisches Palladium. Vauquelin *) hat eine andere Methode, das Palladium aus dem rohen Platin zu gewinnen, angegeben.

Das Palladium hat folgende merkwürdige Eigenschaften: Dem Ansehen nach hat es mit dem Platin eine völlige Aehnlichkeit. Es ist sehr geschmeidig, schmilzt äußerst schwer und ist dabey feuerfest. Sein specifisches Gewicht ist im geschmolzenen Zustande 11,3, und im gewalzten 11,8. Zum Sauerstoff hat es eine geringe Verwandtschaft, und bleibt auch beym Weißglühen metallisch. In einer gewissen Temperatur läuft es auf der Oberfläche bläulich an, und wird suboxydirt, aber bey einer höhern wird es wieder metallisch. In der Volta'schen Säule wird es auf der positiven Seite nicht oxydirt, und im Kochen mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure wird es höchst unbedeutend angegriffen; aber es giebt doch diesen Säuren eine mehr oder minder rothe Farbe. Von Salpetersäure wird es mit braunrother Farbe aufgelöset; die Säure wird in salpetrichte Säure verwandelt, und man bemerkt keine Entwickelung von Salpetergas, wenn man die Flüssigkeit nicht erhitzt, wodurch alsdenn die salpetrichte Säure zersetzt wird.

---

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XII. S. 265. ff.

Auch hat das Palladium mit dem Platin einerley Eigenschaft, die Farbe einer großen Menge Goldes zu zerstören. Die Legirung von 6 Theilen Gold und einem einzigen Theile Palladium ist beynahe ganz weiß. Mit Arsenik, Eisen, Wismuth, Bley, Zinn, Kupfer, Silber, Platin läßt es sich ebenfalls zusammenschmelzen. Mit Quecksilber giebt es kein flüssiges Amalgama; wird aber Palladium von Quecksilber gefällt, so erhält man ein schwarzes Metallpulver, das aus 46,74 Theil Quecksilber und 53,26 Theil Palladium besteht, und woraus das Quecksilber nur durch eine lang fortgesetzte Weißglühehitze vertrieben werden kann.

Die Salze des Palladiumoxydes sind noch nicht gehörig untersucht. Gemeiniglich haben sie eine braunrothe Farbe, welche mit der einer stark gesättigten Auflösung von Platin Aehnlichkeit hat.

M. s. Klaproth's und Wolff's chemisches Wörterbuch. Artikel: Palladium. Berzelius Lehrbuch der Chemie. B. 2. a. S. 299. ff.

Pallas (N. A.) ist ein von dem Herrn D. Olbers *) in Bremen am 28ten März 1802 am nördlichen Flügel der Jungfrau entdeckter neuer Planet. Zu gleicher Zeit nämlich, als er den entdeckten Planet Ceres in dem Flügel der Jungfrau beobachtete, fand er auch diesen Stern von 7ter Größe eben so rückläufig, wie die Ceres, nur stärker in nördlicher Declination zunehmend. Die Beobachtungen der folgenden Tage überzeugten ihn völlig, daß dieser Stern ein wirklicher Planet sey. Nachher ist dieser Stern von mehreren Astronomen beobachtet worden, und der Herr Hofrath und Ritter Gauß hat seine Laufbahn mit möglichster Schärfe berechnet. Dieser Planet hat ebenfalls bald südliche bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten (Knoten) unter einem Winkel von 34° 38′. Wegen

*) Bode's astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1805. S. 102. f.

dieser ansehnlichen Neigung seiner Bahn übersteigt er oft weit die Grenzen des Thierkreises.

Auch ist Pallas ein Planet, welcher zu den obersten Planeten gehört, und seine Bahn schließt folglich unsere Erdbahn ein. Seinen Umlauf macht er zwischen Mars und Jupiter binnen 4 Jahren und 222 Tagen.

Sein größter Abstand von der Erde 91397, und sein kleinster 42877 Erdhalbmesser. Die Astronomen haben diesem Planeten das Zeichen (⚴) gegeben.

Papinische Maschine (Zus. 3. S. 773. Th. III.). Neuere und bequemere Einrichtungen dieser wichtigen Maschine haben die Herrn **van Marum**, **v. Edelkranz**, **Muncke** und andere angegeben. Der Herr **v. Edelkranz** *) ging mit vollem Rechte bey einer vollkommenen Einrichtung dieses Werkzeuges von folgenden Grundsätzen aus: 1. muß dabey die Möglichkeit Statt finden, die Hitze der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Dämpfe nach Willkühr zu vermehren.

2. Muß man dabey ein Mittel haben, die Kraft der Dämpfe nicht allein in jedem Augenblicke messen, sondern sie auch während der Dauer eines Versuchs auf einer beliebigen Stufe erhalten zu können.

3. Muß das Instrument hinreichende Stärke besitzen, und kein gefährlicher Zufall zu besorgen seyn, und endlich

4. muß die Vorrichtung leicht und bequem gebraucht werden können.

Nach diesen Erfordernissen suchte **v. Edelkranz** der Papinischen Maschine folgende Einrichtung zu geben. Um zuerst eine vollkommene Schließung des Digestors zu erhalten, wählte er einen Deckel aus einer dicken runden Metallplatte bestehend, dessen Rand kegelsömig abgedreht, und in die entsprechende kegelförmige Oeffnung eines Metallringes eingeschmirgelt war. Diese Deckplatte wurde in den Digestor mit der kleinern Grundfläche nach oben

*) Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 616. ff. B. IV. S. 517. ff.

gelegt und dann der Metallring in die Oeffnung des Digestors eingelöthet. Auf diese Art drückte er bey zunehmender Expansivkraft der Dämpfe den Deckel immermehr luftdicht an. Diese Einrichtung des Deckels war aber bey manchen Versuchen hinderlich, weil er beständig auf den Digestor bleiben mußte. Daher änderte er sie auf folgende sehr einfache Art ab: er gab dem Deckel die Gestalt eines länglichten Vierecks oder eines Ovals, schliff die obere Fläche der Messingplatte, aus welcher er bestand, nach den Rändern zu gegen die untere Fläche eines Messingrahmens ab, welcher in die Oeffnung des Digestors eingelöthet, und dessen Oeffnung der Figur des Deckels ähnlich nur etwas kleiner war. Durch diese länglichte Oeffnung ließ sich der Deckel nach Willkühr in den Digestor bringen und wieder herausnehmen. Hatte man ihn hineingebracht, und nach den Rändern zu mit etwas Oel bestrichen, und druckte ihn nun gegen den Rahmen sanft an, so wurde er schon vermöge der Cohäsionskraft hinreichend erhalten, bis die ausdehnende Kraft der Dämpfe ihn luftdicht an den Ring andrückte. Zur größern Sicherheit war ein Handgriff auf dem Deckel selbst angeschraubt, um damit den Deckel besser dirigiren zu können.

Um den Versuchansteller gegen alle mögliche Gefahr zu schützen, müssen die Theile der Maschine möglich stark ausgearbeitet, und besonders der Deckel mit einem Sicherungskolben, durch welchen im nöthigen Falle Dämpfe entweichen können, versehen seyn. Unter der Oeffnung des Deckels, über welchem der Sicherungskolben steht, befindet sich eine hohle Kugel voll kleiner Löcherchen; sie wird blos durch Cohärenz in dieser Lage erhalten, und läßt nur den Dampf hindurch, nichts von den festen und andern Materien, welche sich im Digestor befinden.

Außerdem ist in dem Deckel eine kleine Schale von Eisen angelöthet, welche etwas Quecksilber enthält. Ein feines Thermometer, welches durch einen Kork geht, hängt in dem Quecksilber. Der Stand in demselben ist zwar

immer etwas niedriger, als die Hitze im Innern des Digestors; allein der Unterschied ist nur gering, und ist derselbe einmal durch Versuche besonders gefunden worden, so läßt sich die Temperatur jederzeit leicht finden, welche die Dämpfe im Innern des Digestors besitzen. Da sich nun der Druck berechnen läßt, welchen Dämpfe von bestimmter Wärme auf einen Kolben von der Größe des Sicherungskolbens ausüben, so belastet man die Kolbenstange im voraus mit so vielen Gewichten, als der Grad der Hitze ist, den man im Innern des Digestors verlangt. Im Fall alsdenn die Hitze größer würde, hebt sich der Kolben, die Dämpfe entweichen, und es ist nun keine Temperaturerhöhung möglich, sondern die Hitze bleibt unverändert dieselbe.

Andere in einigen Stücken veränderte Einrichtungen wurden besonders in den Jahren 1816 — 1818 an mehreren Orten in Süd-Deutschland zur Verpflegung verarmter Personen im Großen angewendet, um darin die sogenannten Rumford'schen Suppen zuzubereiten. Um diese Zeit beschäftigte sich auch Herr Muncke *), damals zu Marburg, mit neuen Verbesserungen des Papinschen Digestors. Die vom Herrn v. Edelkranz angegebene Einrichtung verwirft er aus technischen und mechanischen Gründen. Besonders macht er auf das Mißliche bey der Feinheit dampfdicht eingeschliffener Ränder von Messing aufmerksam; schon das Abreiben mit einem Tuche, an welchem etwas Staub oder Sand hange, könne die ganze Arbeit verderben. Herr Muncke giebt daher besonders zu wissenschaftlichen Versuchen folgende sehr zweckmäßige Einrichtung an. Der Digestor wird vom geschlagenen $\frac{3}{4}$ Linien dicken Kupferbleche verfertiget, welcher bis an den wenig gekrümmten Boden etwa $5\frac{1}{2}$ paris. Zoll Tiefe, und im Lichten $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser hält. Das umgebogene Kupferblech ist sowohl an der Seite als auch

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXIII. S. 203. ff.

am Boden mit sogenannten Schwalbenschwänzen schlaghart gelöthet, und nachher genau in die gehörige Form getrieben. Oben ist der Rand in einen messingenen, bis 1 Linie tief eingeschnittenen Ring versenkt und schlaghart gelöthet. Unter dem Boden her durchkreuzen sich zwey aus Eisendraht oder sogenanntem Nageleisen geschmiedete Bänder, deren Enden oben unter dem Ringe nach außen umgebogen sind, und hier 4 Preßschrauben tragen, wodurch der Deckel fest gehalten wird. Ueber diese Bänder sind außen drey mit Einschnitten versehene eiserne Reife getrieben, deren unterer durch die drey Füße des Topfes getragen wird, und damit die Bänder nicht herabfallen, schließen sie nicht blos überall genau an, sondern um den Folgen der ungleichen Ausdehnung des Metalles zu begegnen, ist das Kupfer von innen etwas herausgetrieben. Der Deckel, welcher mittelst vier eiserner starken Klemmschrauben die Oeffnung des Digestors genau verschließt, hat in der Mitte einen im vertieften Messing eingeschlossenen eisernen Behälter für Quecksilber, worin man ein Thermometer senken, und dadurch die Hitze im Innern nahe genug bestimmen kann. Zur Sicherung dienet eine auf dem Deckel dampfdicht aufgeschrobene mit einer engen nur $\frac{1}{2}$ Linie weiten Oeffnung durchbohrte Röhre, deren oberer Ausgang durch ein sehr stumpf zulaufendes kleines eingeschliffenes Kegelventil vermittelst der durch eine Stahlfeder niedergedruckten Mikrometerschraube gepreßt wird.

Für den ökonomischen Gebrauch müßte der Deckel von getriebenem Kupferbleche gewölbt, unten aber ebenfalls mit einer ringförmigen konischen Erhöhung versehen seyn, welche vermittelst etwas umgelegten Hanfes in den nach unten verjüngten Ring des Digestors dampfdicht gepreßt werden könnte. Ueber den Deckel müßte ein Kreuz aus starken eisernen Schienen gemacht werden, an den Enden mit Vertiefungen versehen, in welche die vier Schrauben der Schraubenzwingen hineinpaßten,

und sie fest andrückten. Das Gefäß für Quecksilber fiel weg, und das Sicherungsventil blieb ungeändert.

Uebrigens hat Herr Muncke aus seinen Erfahrungen Regeln zur Bereitung der Knochengallerte abgeleitet, welche zur Gewinnung eines schmackhaften Produktes in Anwendung zu bringen sind. Zu hohe Temperaturen, eben wie zu anhaltendes Kochen, verdarben das erzeugte Produkt, indem im erstern Falle der Geschmack brenzlich, im letztern griesig oder erdig, zu werden pflegte. Herr Muncke fand am rathsamsten, die gröblich zerschlagenen Knochen mit hinreichendem Wasser in den Digestor zu thun, denselben über Feuer zu bringen, über welchem man gewöhnlich Wasser in einem Kessel zu kochen pflegt, und dasselbe so lange zu unterhalten, bis ein Tropfen Wasser auf der Oberfläche des Deckels das bekannte zischende Geräusch hervorbringt; wozu ungefähr eine Viertelstunde Zeit erforderlich war. Hiernächst wird alles Holz unter dem Digestor weggenommen, und es bleiben blos einige Kohlen darunter, deren Gesammtmasse nicht mehr als ein oder zwey Pariser Zoll beträgt, welches völlig hinreicht, denselben bey einerley Temperatur zu erhalten. Auf diese Art beträgt die Zeitdauer des ganzen Kochprocesses eine Stunde. Ob es nun gleich gar nicht zu verkennen ist, daß Papin's Maschine mit Vortheil zum ökonomischen Gebrauche vorzüglich geeignet ist, so räth doch Herr Muncke zur allgemeinen Einführung derselben nicht an, weil ihre Behandlung den gewöhnlichen Dienstbothen unbekannt, und daher zum Theil gefährlich, und zum Theil kostspieliger, als die gewöhnliche Zubereitung der Speisen, seyn würde.

Pflanzen (Zus. z. S. 849. Th. III.). Die chemische Analyse der Pflanzen und ihrer Theile, welche mit mancherley Schwierigkeiten verbunden ist, hat durch die neuern Entdeckungen in der Chemie, auch eine größere Vollkommenheit erhalten. Zu den nähern Bestandtheilen oder zu den unmittelbaren Erzeugnissen des Pflanzenreichs, welche man mit Hülfe des Wassers, Alkohols,

Aethers und anderer Auflösungsmittel abzuscheiden im Stande ist, gehören vorzüglich folgende: 1. Zucker, schmeckt süß, ist im Wasser auflöslich, krystallisirt, und giebt Sauerkleesäure. 2. Fleischleim, ist auflöslich im Wasser und Alkohol, schmeckt bittersüß, krystallisirt nicht. Auflöslich in Salpetersäure und giebt Sauerkleesäure. 3. Asparagin, ist in Alkohol unauflöslich, krystallisirt, schmeckt widrig und kühlend, löset sich im Wasser auf, auch in Salpetersäure, und ist verwandelbar in Bitterstoff und künstlichen Gärbestoff. 4. Gummi. 5. Ulmin, ist im Wasser auflöslich, ohne einen Schleim zu bilden, ist geschmacklos und krystallisirt nicht. Durch Salpeter- und Chlorsäure wird er als Harz gefällt, und ist in Alkohol unauflöslich. 6. Inulin, ein weißes Pulver, das im kalten Wasser unauflöslich, im warmen aber auflöslich ist, jedoch unverändert im letztern wieder niederfällt, wenn das Wasser kalt geworden ist; in Alkohol ist es unauflöslich, in Salpetersäure aber auflöslich, und giebt Sauerkleesäure. 7. Stärke. 8. Indigo, ein blaues Pulver, welches geschmacklos ist, löset sich in Salpetersäure auf, und wird in einen bittern Stoff und künstlichen Gärbestoff verwandelt. 9. Kleber. 10. Eyweißstoff. 11. Faserstoff. 12. Gallertstoff, ist geschmacklos, auflöslich im Wasser, gerinnt nicht in der Wärme, und wird durch Galläpfelaufguß gefällt. 13. Bitterstoff, von Geschmack bitter, von Farbe braun oder gelb, im Wasser und Alkohol gleich auflöslich, löset sich auch in Salpetersäure auf, und läßt sich durch salpetersaures Silber fällen. 14. Extractivstoff, ist im Wasser und Alkohol auflöslich, unauflöslich im Aether; durch Chlorsäure, salzsaures Zinn und salzsaure Alaunerde aber nicht durch Gallertstoff läßt er sich fällen. 15. Gärbestoff, von zusammenziehendem Geschmack, auflöslich in Wasser und in Alkohol von 0,810; wird durch Gallertstoff, salzsaure Alaunerde und salzsaures Zinn gefällt. 16. Fixe Oele, sind im Wasser und Alkohol unauflöslich, ohne Geruch, bilden mit

den Alkalien Seifen, und gerinnen durch erdige und metallische Salze. 17. Wachs, ist im Wasser unauflöslich, im Alkohol, Aether und Oelen aber auflöslich, ist schmelzbar, und bildet mit Alkalien Seife. 18. Flüchtiges Oel, vom starken Geruche, im Wasser unauflöslich, in Alkohol auflöslich, flüchtig, wird durch Salpetersäure entzündet, und in harzige Substanzen verwandelt. 19. Campher, krystallisirt, in Wasser sehr wenig auflöslich, in Alkohol, Oelen und Säuren auflöslich, brennt mit einer hellen Flamme, und verflüchtiget sich vor dem Schmelzen. 20. Vogelleim, ist zähe, geschmacklos, unauflöslich in Wasser, und zum Theil auflöslich in Alkohol. 21. Harze. 22. Guajac, besitzt die Eigenschaften der Harze, löset sich aber in Salpetersäure auf und giebt Sauerkleesäure, aber keinen Gärbestoff, wie die Harze. 23. Balsame, von starkem Geruche und besitzen die Eigenschaften der Harze; durchs Erhitzen sublimirt sich Benzoesäure, und durch Salpetersäure werden sie in künstlichen Gärbestoff verwandelt. 24. Caoutchouc, ist sehr elastisch, im Wasser und Alkohol unauflöslich; in Aether geweicht wird es ein Brey, der an allem anklebt, ist schmelzbar und bleibt flüssig, sehr brennbar. 25. Gummiharze, geben mit Wasser milchige und mit Alkohol durchsichtige Auflösungen, sind in Alkalien auflöslich, werden durch Salpetersäure in Gärbestoff verwandelt, sind von starkem Geruche, spröde, undurchsichtig und unschmelzbar. 26. Baumwolle, besteht aus Fasern, ist geschmacklos, sehr brennbar, unauflöslich in Wasser, Alkohol und Aether, auflöslich in Alkalien, und giebt, mit Salpetersäure behandelt, Sauerkleesäure. 27. Kork, brennt hell und blähet sich auf, wird durch Salpetersäure in Korksäure, und Wachs verwandelt, ist zum Theil auflöslich im Wasser und Alkohol. 28. Holz, ist geschmacklos, besteht aus Fasern, im Wasser und Alkohol unauflöslich, in schwacher alkalischer Lauge auflöslich, giebt in der

Rothglühhebitze destillirt viel Kohle, ist auflöslich in Salpetersäure und giebt Sauerkleesäure.

Außerdem sind noch eine Menge neuer vegetabilischer Alkalien entdeckt worden: als Aconitin, Atropin, Brucin, Cicutin, Daturin, Delphinin, Hyosciamin, Morphin, Picrotoxin, Strychnin, Veratrin.

Da die letzten oder Grundbestandtheile aller Pflanzensubstanzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und bisweilen Stickstoff bestehen, so geht die Hauptaufgabe der Analyse immer dahin, das Verhältniß dieser Grundbestandtheile auszumitteln. Die Herren Gay-Lussac und Thenard haben einen eigenen Apparat für die Analyse vegetabilischer und animalischer Substanzen angegeben. In demselben wurde eine getrocknete Substanz mit chlorsaurem Kali gemischt und zu kleinen Kügelchen geformt. Nachdem diese mittelst eines Pfropfens von eigener Einrichtung in eine glühende Glasröhre Eingang gefunden hatten, wurden sie augenblicklich in Kohlensäure und Wasser zerlegt. Ersteres Produkt wurde über Quecksilber aufgefangen, und nach seiner Condensation durch Kali geschätzt; letzteres wurde von geglühetem salzsauren Kalk aufgenommen, und nach der Zunahme des Gewichts desselben untersucht. Durch vorausgegangene Versuche war die Menge des Sauerstoff's bekannt, welche ein bestimmtes Gewicht chlorsauren Kali's auszugeben pflegt. Daher kennt man die Menge des Sauerstoffs, des Wasserstoffs und des Kohlenstoffs der Substanz, und selbst der Stickstoff, wenn dergleichen vorhanden ist, wird durch den gasförmigen, nicht absorbirten Rückstand, angezeigt. Dieser Apparat wurde durch Herrn Berzelius etwas abgeändert, welcher die organische Substanz in Verbindung mit einer Grundlage, gewöhnlich mit Bleyoxyd, zu prüfen pflegte. Er mischte ein bestimmtes Gewicht dieser neutralen Verbindung mit einer bestimmten Menge reinem chlorsauren Kali und rieb das Gemenge mit einer großen Menge salzsaurem Natron zusammen, um die nachherige Ver-

brennung zu mäßigen. Diese trockene pulverige Vermischung bringt er in eine Glasröhre von ½ Zoll Durchmesser und 8 oder 10 Zoll Länge, die zum Theil mit Stanniol umgeben und mit Eisendraht umwickelt ist. Das eine Ende der Röhre ist hermetisch verschlossen, und das andere wird zu einer ganz zarten Spitze mittelst des Löthrohres ausgezogen. Die Spitze wird in eine Glaskugel, von 1 Zoll Durchmesser, gebracht, welche die Verbindung mit einer langen Röhre herstellt, deren Mitte trocknen salzsauren Kalk enthält und deren anderes Ende in das Quecksilber einer pnevmatischen Wanne eingeht. Die erste Röhre mit der Stanniolhülle wird allmählig der Glühehitze ausgesetzt, und die in derselben verschlossenen Substanzen werden in Kohlensäure, Wasser und Stickstoff zerlegt, die dann übergehen, und hiernächst zu schätzen sind.

Zur Gewinnung des Stickstoffs insbesondere wendete Gay-Lussac Kupfer-Peroxyd an, und D. Prout [α]) empfahl zur chemischen Analyse der Pflanzenstoffe einen Apparat, welcher mittelst einer Lampe erhitzt wird. Porrett suchte mit Hülfe des reducirten Kupferoxydes die Menge des Wasserstoffs in den Pflanzen genauer zu bestimmen. Die Resultate, welche durch Anwendung aller dieser Methoden erhalten wurden, wichen aber doch bey mehreren Substanzen der Pflanzenkörper um ein beträchtliches von einander ab. Daher unternahm es Ure [β]), ein anderes Verfahren in Anwendung zu bringen, wodurch das Verhältniß der Grundbestandtheile der Pflanzen genauer gefunden werden kann. Er richtete einen Ofen von besonderer Form ein, in welchem er mit einer Handvoll Holzkohlen, die bis zur Größe kleiner Haselnüsse zerkleinert werden müssen, den Versuch binnen einer halben Stunde ohne alle Mühe und Sorge vollenden konnte. Die Resultate seiner Versuche stimm-

---

α) Annals of Philosophy for Marsch 1820.
β) Philosoph. Transactions of the Royal society 1822.

ten viel genauer unter sich zusammen, als diejenigen, welche er vorher mit der Weingeistlampe erhalten hatte. Selten begnügte er sich bey einer Substanz mit einem einzigen Versuch; oft stellte er 6 bis 8 Versuche hinter einander an. Folgende Tabelle giebt das Verhältniß der Grundbestandtheile mehrerer vegetabilischer Substanzen an:

Substanzen	Kohlenst.	Wass.rst.	Sauerst.	Stickst.	Wasser	Ueberschuß
1. Zucker	43,38	6,29	50,33	— —	56,62	— —
2. Stärke	38,55	6,13	55,32	— —	55,16	6,3 Sauerst.
3. Harz	73,60	12,90	13,50	— —	15,20	11,20 Wsserst.
4. Guajac	67,68	7,05	25,07	— —	28,00	3,93 "
5. Caoutchouc	90,00	9,11	0,88	— —	0,99	9,00 "
6. Indigo	71,37	4,38	14,25	10,0	16,0	2,52 "
7. Baumwolle	42,11	5,06	52,83	— —	45,56	12,33 Stff.
8. gem. Flachs	40,74	5,57	52,79	0,9	50,16	8,2 "
9. Wolle	53,70	2,80	31,2	12,3	25,9	8,3 "

M. s. Handwörterbuch der practischen Chemie ꝛc. von Ure, a. d. Engl. übers. Weimar 1824. 8. Artikel: Pflanzenreich und Anhang zur sechsten Lieferung S. 1012. ff.

Phosphorus (Zus. zu S. 674. Th. VI.). Ueber diesen wichtigen Gegenstand hat in den neuern Zeiten der Herr Placidus Heinrich *) durch seine vorzüglich schätzbaren Erfahrungen erst eine bestimmtere und genauere Darstellung entworfen, wovon hier das Wesentlichste angeführt werden muß. Zuerst bemerkt er ganz richtig, daß von den Ausdrücken Phosphor und Phosphorescenz bisher noch keine bestimmte Erklärung ist gegeben worden; indessen schiene es ihm, die jetzigen Physiker und Chemiker hätten sich stillschweigend dahin verstanden, diejenigen Substanzen Phosphoren zu nennen, welche 1. nur mit einem schwachen Lichte leuchten, das nicht anders als im Dunkeln oder zur Nachtzeit, bey gut vorbereitetem Auge, könne bemerkt werden; 2. derer Leuchten kein auffallendes, mit merklicher Wärmeentwickelung begleitetes Verbrennen andeute; 3. bey welchen während dem Leuchten

*) Die Phosphorescenz der Körper. Nürnberg 1811 — 1820. 4.

keine gewaltsame oder auffallende Zersetzung vor sich gehe, wie diese bey Verpuffungen, Zerplatzungen, und auch beym gewöhnlichen Verbrennen unserer Brennmaterialien der Fall sey; 4. endlich scheine der Ausdruck: Phosphorescenz, ein wenigstens auf kurze Zeit continuirliches Leuchten vorauszusetzen, und sich nicht auf einen instantanen Lichtfunken einzuschränken.

Nach Art, wie die Körper zum Leuchten gebracht worden, bringt Herr Heinrich alle hieher gehörige Erscheinungen unter folgende fünf Classen:

1. Phosphorescenz durch Beleuchtung, oder Bestrahlung von außen (irradiatio, insolatio); diese begreift das Leuchten derjenigen Körper, welches durch Beleuchten von außen erregt wird; die Körper mögen in ihrem rohen natürlichen Zustande sich befinden, oder vorläufig durch unser Zuthun vorbereitet werden; das Licht mag übrigens von Sonne und Mond, oder vom künstlichen Feuer, der Elektricität, u. dergl. geliefert werden.

2. Phosphorescenz durch Erwärmung von außen, wohin das Leuchten der Körper gehört, wenn sie einer höhern Temperatur ausgesetzt werden, ohne daß zugleich Licht auf sie fällt, also einer dunkeln Wärme.

3. Phosphorescenz durch innere Temperaturerhöhung, welche sich bey chemischen Mischungen, Auflösungen, Gährungen, u. dergl. einstellt, und wobey sich zuweilen ein schwaches Licht zeigt.

4. Phosphorescenz durch freywillige Zersetzung, welche das Leuchten vegetabilischer und thierischer Substanzen in sich begreift, wenn sie sich der Verwesung nähern, wobey ebenfalls Beleuchtung und Erwärmung von außen nicht Statt findet.

5. Phosphorescenz durch mechanische Mittel, als durch Druck, Stoß, Schlag, Bruch, Reibung; ohne daß dabey den zu prüfenden Körpern Licht oder Wärme von außen mitgetheilt, noch ihr Aggregatzustand merklich geändert wird.

Daß sehr viele Körper durch Bestrahlung phosphorisch werden, war längst bekannt, so wie das Wesentlichste davon im dritten und sechsten Bande angeführt ist; die nähern Umstände und die wahre Ursache desselben blieben aber noch immer ein Geheimniß. Herr P. Heinrich unternahm es daher, die genauesten Versuche darüber anzustellen, um die nähern Gründe dieser so merkwürdigen Phänomene aufzufinden. Er untersuchte nämlich in einem besonders dazu eingerichteten dunkeln Raume, in welchem man, ohne daß das geringste Licht hineinfallen konnte, die Phosphorescenz von einem ziemlich vollständigen, nach Werner's Systeme geordnetem Mineralien-Kabinette, und besonders noch von einer zahlreichen Sammlung von Marmorn aus Italien, Tyrol, Salzburg, Bayern, Schwaben, Bayreuth, Darmstadt u. s. f. beobachten konnte. Die Exemplare waren auf einer Seite geschliffen, und polirt, auf der andern roh, oft noch mit dem Bruche des Gesteins versehen. Auch eine Sammlung von Alabastern und Karlsbader-Sintern in Täfelchen, theils geschliffen, theils roh; eine reiche Sammlung von versteinerten Schnecken, Muscheln, Seegewürmen, Fischen, Krebsen u. s. f., theils noch im Gestein steckend, theils frey und abgesondert; eine Sammlung von versteinerten Hölzern, geschliffenen und ungeschliffenen; eine Holzsammlung in Buchformat, in Täfelchen, in Cylindern mit allen Theilen der Pflanze, getrocknete und skeletirte Blätter; eine seltene Sammlung von Zoophyten und Seepflanzen; ein reiches Conchylienkabinet; eine Sammlung von Vögeleyern und viele ausgetrocknete Insecten, Fische, Vögel u. s. dienten ihm zur Untersuchung der Phosphorenz durch Bestrahlung. Die Resultate seiner Versuche gaben ihm folgende Erfahrungssätze:

1. Die kalkartigen Fossilien, und überhaupt die mit gesäuerter Kalkerde hinreichend gemengten Naturprodukte sind vorzugsweise die besten natürlichen Phosphore durch Bestrahlung.

2. Nach Verschiedenheit der Säure, mit welcher die Kalkerde verbunden ist, fällt auch die Phosphorescenz verschieden aus. Ganz vorzüglich zeichnete sich hierin die mit Flußsäure versetzte Kalkerde, der Flußspath aus, dessen Phosphorescenz durch merkliche Erhitzung schon längst bekannt war, seine ausgezeichnet lange Phosphorescenz durch Bestrahlung aber erst von Heinrich wahrgenommen wurde.

3. Reine Kiesel- Thon- und Talkerden oder Steine scheinen zum Phosphoresciren durch Insolation untauglich zu seyn.

4. Die mineralischen Salze verhalten sich in Rücksicht der Phosphorescenz durch Insolation, genau wie die Kalkerden.

5. Kein brennbares Mineral, wenn es ganz rein ist, wird durch Bestrahlung phosphorescirend.

6. Kein regulinisches Metall phosphorescirt durch Bestrahlung; die Metallsalze ziemlich gut: die künstlichen, durchs Feuer bereiteten Metalloxyde sehr schwach, oder gar nicht; die natürlichen etwas besser.

7. Das Pflanzenreich ist an guten Phosphorn sehr arm, die verschiedenen Theile der Gewächse so lange sie in ihrem natürlichen Zustande bleiben, geben nur schwaches Licht; durch vollkommenes Austrocknen aber werden sie verbessert; manche Produkte und Edukte endlich phosphoresciren sehr gut.

8. Ungebleichte Stoffe des Pflanzenreichs unterscheiden sich auffallend von den gebleichten in Rücksicht der Phosphorescenz, als welche durchs Bleichen in einem hohen Grade verbessert wird.

9. Alle thierische Substanzen, welche kohlensaure Kalkerde enthalten, phosphoresciren sehr gut, wenn sie wohl getrocknet sind: diejenigen aber, welche mehr phosphorsaure Erde enthalten, leuchten schwächer, doch noch immer mittelmäßig.

10. In allen drey Reichen der anorganischen Natur giebt es Körper, welche durch Bestrahlung phospho-

rescirен: aber auch sehr viele, welche in ihrem natürlichen Zustande diese Eigenschaft nicht besitzen.

Die einfachste Vorstellung, welche sich zur Erklärung der Erscheinung aufdrängte, war bisher allgemein diese, daß Körper, welche durch Bestrahlung phosphoresciren, das von außen auf sie fallende Licht in sich saugen, schwach an sich halten, und dann nach und nach wieder von sich geben. Diese Meinung giebt selbst noch Berthollet in seiner chemischen Statik an. Allein Heinrich bemerkt, daß dieser Vorstellung folgende Gründe entgegen zu stehen scheinen:

a. Wenn man die bessern Phosphore dieser Art im Dunkeln leuchten sieht, so scheinen sie beynahe transparent. Man nimmt deutlich wahr, daß das Licht nicht blos von der Oberfläche ins Auge kommt, sondern auch von innen des phosphorescirenden Körpers hervordringt. Sollte daher das Licht in den Körper nur ein Paar Linien tief eindringen, so mußte es gewiß von demselben so stark angezogen werden, daß es schwer zu gedenken ist, durch welche Kraft sich es wieder davon losreißen könnte.

b. Läßt sich nicht einsehen, woher der große Unterschied der Phosphorescenz zwischen zwey dem äußern Ansehn nach ganz ähnlichen Körpern komme; z. B. zwischen gebleichter und ungebleichter Leinwand, zwischen kohlensauren Kalkerden, und dem ganzen Talkgeschlecht, u. s. f.

c. Einige Flußspathe und Diamanten erhalten durch eine Bestrahlung von fünf bis sechs Sekunden eine Phosphorescenz von 50 bis 60 Minuten; hier scheint gar kein gerechtes Verhältniß zwischen der Menge eingesogenen und wieder ausgehenden Lichtes Statt zu finden.

d. Ist es Thatsache, daß das durch Erwärmung bewirkte Leuchten sogleich verschwindet, wenn man den Körper schnell abkühlt, d. h. daß der Effekt nur so lange dauert, als die Kraft wirkt. Dasselbe muß auch hier gelten. Es muß also die Kraft, welche das Licht aus

dem ins Dunkele gebrachten Körper noch immer fortausströmen läßt, im Innern des Körpers selbst zu suchen seyn.

e. Müßte nach der gemeinen Vorstellung die Intensität der Phosphorescenz mit der Intensität des auffallenden Lichtes wachsen, wenigstens bey einem und demselben Körper. Es lehrt aber die Erfahrung, daß eine zu starke Bestrahlung mehr schadet als nützt, ja daß das concentrirte Licht der Brennlinse selbst bey feuerbeständigen Substanzen diese Leuchtkraft ganz und gar zerstört; mithin kann die Erscheinung nicht in einer Zurückgabe des eingesogenen Lichtes bestehen.

Vermöge der vorigen Erfahrungssätze ergab sich, daß in allen drey Reichen der Natur diejenigen Substanzen die besten Phosphore durch Bestrahlung sind, welche aus einer Erde und einer Säure bestehn, oder deren Hauptbestandtheil eine säuerungsfähige und auch wirklich gesäuerte Basis ausmacht; daher stellte P. Heinrich folgenden als auf eine vollständige Induction gegründeten Satz auf:

11. Man findet keinen natürlichen oder auch künstlichen Phosphor durch Bestrahlung, der nicht entweder eine gesäuerte Erde, oder einen andern mit einer Säure verbundenen Bestandtheil enthält.

Aus diesem Satze lassen sich alle Erscheinungen über das Leuchten durch Bestrahlung auf eine leichte und befriedigende Art erklären. Unter andern liefert einen schönen Beweis dieses Satzes die Baumwolle, die Leinwand, das Papier, das Wachs, und überhaupt alle Pflanzenstoffe, welche durch das Bleichen ihre Weiße erhalten. Ungebleicht leuchten alle diese Produkte entweder gar nicht, oder äußerst schwach; nach dem Bleichen aber stehen sie in der Reihe der besten Phosphore. Während des Bleichens nämlich wird den vegetabilischen Produkten durch die Aufnahme des Sauerstoffs die Verschiedenheit der Farben benommen, und erhalten dadurch ihre Weiße. Beym künstlichen Bleichen liefert

die oxydirte Salzsäure, beym gewöhnlichen aber die Luft und das Wasser den Sauerstoff.

Herr P. Heinrich bemerkt aber, daß wir keine Ursache hätten, den letzten Satz umzukehren, und zu behaupten: Jede Verbindung einer Erde, oder eines säuerungsfähigen Substrats mit einer Säure liefere auch einen Phosphor durch Bestrahlung. Denn es sey wohl möglich, daß sich die Säure mit der Basis so eng verbinde, daß gleichwohl keine Phosphorescenz durch Bestrahlung entstehe.

Uebrigens zieht er aus allen seinen angestellten Erfahrungen den Schluß, daß bey unverbrennlichen Substanzen die nächste Ursache der Phosphorescenz durch Bestrahlung von einem gewissen Verhältnisse des Lichtes zu den Säuren herrühre. Worin aber dies Verhältniß bestehe, was es sey, und wie hier das Licht wirke, sey etwas schwerer auszumitteln. Vermöge des aus Thatsachen von ihm erwiesenen Satzes: daß das Licht in der gesammten organischen uud anorganischen Natur immer auf Desoxydation hinwirke, glaubt er folgenden Satz mit voller Ueberzeugung als Grundsatz aufzustellen:

12. Alle Phosphorescenz durch Bestrahlung ist mit einer schwachen Desoxydation der phosphorescirenden Substanzen begleitet.

Hiernach bewirkt also das Sonnenlicht, oder die Bestrahlung in den gesäuerten Körpern zwey Phänomene zugleich; Entsäuerung und Phosphorescenz, jene vermuthlich unmittelbar, diese mittelbar; indem die durch das von außen auffallende Licht frey gemachte Säure auch etwas Licht mit sich fortreißt, welches Licht sich als Bestandtheil im Körper befand, und von jenem verschieden ist, das kurz zuvor auffiel, und das zur Bewirkung der Entsäuerung verwendet wurde.

Auf diese Art bleibt auch nach Heinrich ein anderer von ihm entdeckter Erfahrungssatz in voller Kraft: daß nämlich immer Licht verschwindet, wenn Sauerstoff

frey wird, und umgekehrt Sauerstoff verschwindet, wenn Licht frey wird.

Geschieht also die Desoxydation bey solchen Körpern, welche nicht lichtarm sind, so kann bey der Zersetzung und Entsäuerung auch etwas von dem zuvor gebundenen Lichte frey werden, und Phosphorescenz entstehen. Dagegen kann ein Körper reich an Sauerstoff seyn, kann durch Licht merklich entsäuert werden, und doch nicht phosphoresciren, weil er lichtarm ist, wie das Hornsilber und die meisten Metalloxyde.

In keinem Körper hat ein Leuchten Statt, wenn nicht auch ein Zersetzen vor sich geht. So oft sich also aus einem Körper Licht entwickelt, können wir schließen, daß im Körper eine Zersetzung, Auflösung, Aenderung der Aggregatform u. dergl. vor sich gehe, und so können wir auch schließen, daß die durch Bestrahlung von außen bewirkte Phosphorescenz eine Folge der Zesetzung sey. Es kann daher auch eine jede Kraft, welche in einem Körper eine Zersetzung bewirken kann, auch Phosphorescenz hervorbringen. Bey jedem vorkommenden Lichtphänomen hat man also nur auf die Kraft zu sehen, welche wirkt, um eine genugthuende Erklärung zu geben, nur dies wird mit Schwierigkeiten verbunden bleiben, wie sie wirkt. Für uns bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß mit der Säure zugleich eine Portion des zuvor mit dem Körper schwach verbundenen Lichtstoffes frey werde, oder daß die entweichende Säure etwas Licht mit sich fortreiße und sichtbar mache, so daß die durch Bestrahlung hervorgebrachte Phosphorescenz eine unmittelbare Wirkung der entweichenden Säure, eine mittelbare aber des die Säure frey machenden Lichtes sey. So erklärt sich Heinrich das merkwürdige Phänomen der Phosphorescenz durch Bestrahlung.

Was die Phosphorescenz derjenigen Substanzen betrifft, welche mittelst einer künstlichen Vorbereitung zu erhalten sind, so wurde diese, wie im Artikel (B. III. S. 865.) angeführt ist, zuerst am Bologneser Leuchtstein wahrge-

nommen. Herr P. Heinrich bemerkt, daß überhaupt alle künstliche Leuchtsteine die größte Aehnlichkeit unter einander haben, und das ganze Geheimniß, dergleichen zu verfertigen, auf nichts weiter beruhe, als eine gesäuerte Kalk- oder Schwererde im Kohlenfeuer schicklich zu behandeln. Er geht hiebey von folgenden beyden unläugbaren Erfahrungsgesetzen aus:

1. Viele Körper, welche in ihrem natürlichen Zustande durch Bestrahlung nicht phosphoresciren, können durch Behandlung im Feuer, durch Verbindung mit Säuren, oder durch beydes zugleich in gute Phosphore umgeschaffen werden.

2. Viele Körper, welche in ihrem natürlichen Zustande durch Bestrahlung bereits phosphoresciren, können durch Behandlung im Feuer, durch Verbindung mit Säuren, oder durch beydes zugleich in noch bessere Phosphore umgeschaffen werden.

Thatsachen, welche die Richtigkeit des ersten Gesetzes bewahrheiteten, sind folgende: Sehr viele Substanzen im Pflanzen- und Thierreiche, phosphoresciren nicht durch Bestrahlung, wenn sie ihre natürliche Feuchtigkeit besitzen, erhalten aber sogleich die Phosphorescenz, wenn sie dieselbe durch Rösten, Dörren u. s. verlieren. Den schönsten Beweis lieferte das Elfenbein. Es wurden nämlich mehrere Stücke davon im freyen Feuer beynahe bis zur Kohle gebrannt, so daß das Innere noch Weiß blieb. Dieser innere Bruch phosphorescirte mit einem weißen, ruhigen Lichte, ungemein schön, 20 Secunden lang, da das Elfenbein im gewöhnlichen Zustande nicht halb so lang aushielt. Ferner wurde auch reine Kieselerde, welche nicht im mindesten phosphorescirte, zerstoßen, und durch Flußsäure aufgelöst. Die Auflösung wurde filtrirt und getrocknet, dann geprüft: sie phosphorescirte in diesem Zustande sehr gut.

Daß natürliche Phosphore durchs Feuer verbessert werden, bewies Heinrich durch mehrere Versuche. Wenn Schwerspath, Gyps, Marmor und Flußspath, in gleich

großen Stücken zwey Stunden lang zwischen glühenden Kohlen erhitzt, dann herausgenommen, und in freyer Luft abgekühlt wurden; so erhielten sie einen beträchtlich verbesserten Grad der Phosphorescenz. Der Schwerspath nämlich, der zuvor 16 Secunden lang phosphorescirt hatte, phosphorescirte nun über 6 Minuten, und so war der Erfolg bey den übrigen Substanzen bey welchen die Phosphorescenz entweder ebenfalls länger anhielt, oder wenigstens lebhafter befunden wurde.

Daß ferner natürliche Phosphore durch Verbindung mit Säuren verbessert werden müssen, war schon eine natürliche Folge der auf Beobachtungen gegründeten Theorie der Phosphorescenz des Herrn Heinrich. Oft ist die Säure zu sparsam, und oft zu eng mit der Grunderde verbunden, als daß durch Bestrahlung eine merkliche Entsäuerung könnte bewirkt werden. So sind z. B. manche Marmorarten, Alabaster und die gemischten Gebirgsarten ziemlich schwache Phosphore; werden aber beträchtlich verbessert, wenn sie gepulvert mit Schwefelsäure vermischt, und durch Austrocknen wieder in consistente Massen geformt werden.

Daß endlich natürliche Phosphore durch Zusatz von Säuren und durch Feuer zugleich vorzüglich verbessert werden, ergab sich schon längst aus den im Artikel angeführten künstlichen Phosphoren.

Die vorzüglichern künstlichen Leuchtsteine zerfallen in drey Classen. Es giebt nämlich dergleichen

1. aus schwefelsaurem Baryt, und schwefelsaurer Kalkerde;

2. aus kohlensaurer Kalkerde und Schwefelsäure verbunden;

3. aus verschiedenen Combinationen der Erden und Säuren.

Unter den künstlichen Phosphoren aus schwefelsaurem Baryt ist der sogenannte Bologneser Leuchtstein zuerst zu bemerken, weil er nicht allein unter allen der älteste, sondern auch im Leuchten der beste ist. Herr P. Hein-

rich macht hier noch eine historische Berichtigung über die Erfindung dieses Steines, und über den Namen des Erfinders selbst. Nach Hrn. D. Mengel's Schrift über diesen Leuchtstein läßt sich fast mit Gewißheit schließen, daß die Erfindung dieses Leuchtsteines ungefähr auf das Jahr 1604, nicht 1630, fällt: denn Mengel sagt ausdrücklich:

Bononiensis tellus produxit hunc lapidem luciferum ante annos circiter septuaginta, dum haec scribo. Anno enim 1604. quidam civis Bononiensis (ut refert clar. Licetus lith. c. 2.) nomine *Vincentius Casciorolus*, chemiae deditus, ad chrysopoeiam a sutrina translatus, cum invenisset lapidem hunc sulphure ponderoso praegnantem, solarem vocavit, eumque aptum ad chrysopoeiam judicavit, etc.

Um einen vorzüglichen Leuchtstein aus Schwerspath zu erhalten, muß derselbe nach Heinrich zu gröblichem Pulver gestoßen, mittelst Eyweiß zu dünnen Pasten geformt, und im freyen Feuer, zwischen glühenden Kohlen, ohne Gebläse zwey Stunden lang gebrannt werden. Die Farbe dieses gebrannten Steins fällt nun ins Gelbliche, ist leicht zerreiblich, riecht sehr stark nach Schwefelleber, und brauset mit Säuren stark auf. Nach erfolgter Bestrahlung von 8 bis 10 Secunden an der Sonne oder dem hellen Tageslichte leuchtet derselbe in vollkommener Dunkle, mit einem röthlichen und feurigen Lichte, und schimmert beynahe wie eine glühende Kohle. Dieser feurige Schimmer nimmt aber nach und nach ab, und endigt jederzeit mit einem schwachen weißlichen Lichte. In den ersten Secunden der Phosphorescenz riecht er sehr stark nach Schwefel, und man glaubt auch einen feinen aufsteigenden Dunst zu sehen.

Herr Heinrich sucht auch bey diesem künstlichen Leuchtsteine zu beweisen, daß hier ebenfalls, wie bey den natürlichen Phosphorn eine schwache mit einem leuchtenden Phänomen begleitete Entsäuerung durch Licht vorgehe,

und daß die Behandlung im Feuer nur dazu diene, den Stein sowohl zur Entsäuerung als zur Lichtentwickelung geschickter zu machen.

Bey den übrigen künstlichen Phosphoren, welche aus kohlensaurer Kalkerde und Schwefelsäure verbunden, so wie aus verschiedenen Combinationen der Erden und Säuren, sind verfertigt worden, wozu Herr Heinrich sehr gute Vorschriften giebt, behauptet er ebenfalls, daß das Leuchten derselben keine bloße Zurückgebung des kurz zuvor eingesogenen Tages- oder Sonnenlichtes sey. Er glaubt erwiesen zu haben, daß das Leuchten der natürlichen und künstlichen Phosphore nicht dem Wesen, sondern nur dem Grade nach unterschieden sey, und auf denselben Grundsätzen beruhe. Bey beyden finde Zersetzung Statt, bey natürlichen Phosphoren äußerst schwache, bey künstlichen schnellere. Es würden keine guten Phosphore seyn, wenn sie nicht ihre Säure und ihr Licht so willig und reichlich fahren ließen, sobald sie von der Sonne bestrahlt werden. Es ist also nach Herrn Heinrich die Phosphorescenz aller natürlichen und künstlichen Phosphore blos eine Folge einer mittelst des Lichtes bewirkten Entsäuerung derselben.

Was die Phosphorescenz der Körper, welche die äußere Temperatur-Erhöhung bewirkt, betrifft, so hatten zwar schon einige Naturforscher, besonders Herr Wedgwood, der jüngere, eine Menge von Versuchen angestellt; allein sie schienen dem Herrn P. Heinrich nicht hinreichend zu seyn, die wahre Ursache dieser Phosphorescenz daher abzuleiten. Er unternahm es also, nicht allein die bekannten Versuche zu wiederholen, sondern auch eine Reihe neuer Versuche hinzuzuthun. Hiezu bediente er sich einer aus dickem Kupfer gehämmerten Schale mit aufgeworfenem Rande zur Unterlage, welche jedesmal bis zum Rothglühen erhitzt, und noch glühend in den dunkeln Raum, worin P. Heinrich sich eingeschlossen befand, gereicht wurde. Er beobachtete nicht blos das Leuchten gepulverter Substanzen, sondern er erhitzte

zugleich, wo es anging, Stücke von 1, ½, ¼ Cubikzoll, nach Beschaffenheit der Mineralien, und fand im letztern Falle Erscheinungen, die man im gepulverten Zustande der Körper nicht wahrnimmt. Seine gefundenen Resultate sind in folgender Tafel auszugsweise enthalten:

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
Weißer Marmor aus Tyrol	3 Min.	1, gelb, grün, weiß	3 Min.	1, orange, gelb, grün, weiß
weißer Cararischer Marmor	75 Sek.	2, weiß	50''–10''	3, weiß, matt
schwarzer Bayreuther Marmor	1'	3, weiß	1' 10''	3, glänzend, weiß
gemeiner Kalkstein von Regensburg	5' —	2, grün, gelb, weiß	2' 14''	1, glänzend, orange, gelb
harter, körniger Kalkstein	1 30''	3, gelb	2 30 2 42	2, glänzend gelb -
grauer Stinkstein	1 9	2, gelblich weiß	1 5	1, prächtig orange
Töllnische Kreide	1 9	6, matt weißlich	— 45	4, matt weißlich
verhärteter Mergel	— 40	3, 5, —	— 13	4, gelblich weiß
weißer, dichter Kalksinter	2 10	1, glühend feurig	—	— —
weißer, polirter Kalkspath	Null	3, weiß	— 5	3, hell
krystallisirter Kalkspath	— 10	5, —	3 — 1 46	2, glänzend, goldgelb
gemeiner Doppelspath	Null	Null	— 20	3, schwach, weißlich
Isländischer Doppelspath	2 15	3, hellgelb	2 15	3, hellgelb, weiß
Arragonit	5 0	3, weiß	1 50	3, glänzend
dunkelblaue Flußspatherde	— 15	5, mattweiß	— 30	3, goldgelb
gelber Flußspath	—	— —	—	1, smaragdgrün
blauer Flußspath	—	— —	—	1, grün, gelb
dunkelgrüner Flußspath	—	— —	—	1, blau, grün, gelb
blaßgrüner Flußspath	—	— —	—	1, blau, grün, gelb
Gyps mit Leberstein	—	2, glühend hell	3 —	2, orange
dünnes Fraueneis	Null	Null	— 6	5, Funken, mattweiß
weißer Alabaster	Null	Null	— 45	4, gelblich
Apatit	1 54	3, gelblich	2 —	2, glänzend gelb
phosphorsaure Austerschale	—	— —	— 20	5, mattweiß
phosphorsaure Kalkerde	—	— —	— 30	5, weißlich

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt: Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt: Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
Whiterit aus Böhmen	2' – 3'	1, glühend, goldgelb	—	2, blau, goldgelb
Schaaliger Schwerspath	Null	Null	1' 10'	2, glühend, gelb
Blätteriger weißer Schwerspath	Null	Null	1 50	2, glänzend, goldgelb
Schwerspath von Bologna	Null	Null	1 55	4, glühend, gelblich
gebrannter Schwerspath	Null	Null	— 5	5, gelblich matt
Hyacinth	0' - 15''	3, hellweiß	— 21	5, mattweißlich
Orientalischer Rubin	Null	Null	— 16	4, schimmernd, gelblich
Saphir	Null	Null	— 24	5, mattweiß
Oriental. Smaragd	— 20	3, gelblich	— 5	5, matt
Beryll	–	5, zweifelhaft	— 12	5, gelblich
Chrysolith	Null	Null	— 16	5, gelblich
Chrysopras	Null	Null	— 6	6, mattweiß
weißer oriental. Topas	— 6	5, mattweiß	—	— —
gelber sächsischer Topas	2 30	2, hellgelb	1 —	3, grünlich
weißer böhmischer Topas	1 10	3, glänzend	1 48	2, glänzend
gemeine Granaten	— 3	6, sehr matt	— 20	5, schwach
Leucit	Null	Null	Null	Null
Amethyst	Null	Null	2 —	2, grün, gelb
Chalcedon geschliffen	— 30	4, weiß	— 30	4, hellgelb
Chalcedon ungeschliffen	— 30	4, —	— 30	4, hellgelb
Achat	Null	Null	— 20	5, mattweiß
Carneol	— 13	5, matt	— 13	5, weißlich
Opal	—	6, kaum bemerkbar	— 16	5, mattweißlich
Holzopal	—	— —	—	6, augenblicklich Funken
Jaspis	— 15	4, 5, 6, weiß	— 30	4, 5, 6, verschieden
Bergkrystall	—	4, hellweiß	— 40	5, mattweiß
Kieselsteine	Null	Null	1 20	4, weiß
Flußsand	—	— —	— 33	2, orange, gelb
rosenfarbiger Quarz	—	6, —	— 24	5, matt
Prasem	—	6, —	1 40	5, matt
graue Wacke	—	3, gelblicht	1 10	2, grünlicht
lapis Lazuli	—	3, glänzend	2 30 oder 32	2, orange
Stangenschörl	Null	Null	— 14	6, sehr matt
Pharmacolith	—	— —	2' —	2, blau
Zeolith	Null	Null	—	momentane Funken
weißes Glas	Null	Null	1 18	4, glänzend, gelblicht
Crownglas	Null	Null	—	Null
Flintglas	Null	Null	— 4	6, sehr matt

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
gelbes Glas	0' 30''	4, gelblicht	0' 15''	5, mattweiß
dunkelblaues Glas	— 5	5, matt	— 7	5, weißlicht
schwarzer Fluß	— 14	5, gelblicht	— —	6, momentane Funken
gelbe Talkerde	—	— —	— 54	4, gelblicht
erdiger, weißer Talk	—	— —	— 48	4, gelblicht
weiße Bittererde	1 —	3, gut weißlicht	1 30	2, orange
Talkschiefer	Null	Null	— 24	4, weißlicht
weicher Speckstein	Null	Null	— 10	5, mattweiß
Serpentinstein	Null	Null	— 30	5, weißlicht
Nephrit	Null	Null	— 50	3, schimmernd, gelb
Strahlstein	Null	Null	— 16	5, schwachweiß
Asbest	Null	Null	— 30	4, weißlicht
Amiant	—	6, äußerst matt	— 45	3, gelb, weiß
Porzellanthon	—	5, mattweiß	1 —	4, mattweiß
Walkererde	Null	Null	1 —	5, weiß
gebrannter Thon	Null	Null	— —	6, augenblickl. Schimmer
Thonschiefer	Null	Null	— 42	5, weißlicht
Brandschiefer	1 30	6, sehr mattes Licht	1 30	6, sehr matt
Wetzschiefer	—	4, gelblicht	2 20	5, orange, gelb
Alaunstein	2 —	3, gelblicht	2 —	2, gelb
dichter Feldspath	2 —	2, grün	2 30	1, grün
krystallisirter Feldspath	2 —	2, orange	2 45	1, glänzend, orange, grün
Labradorstein	— 20	4, hell, weißlicht	— 33	2, schön glänzend
Chloritschiefer	1 —	4, fleckigt	1 20	2, glänzend gelb, weiß
schwarzer Glimmer	Null	Null	— 20	4, schimmernd gelblicht
Basalt	Null	Null	— 17	4, — —
Glimmerschiefer	Null	Null	— 36	5, gelblicht
Grünstein	Null	Null	— 33	4, gelb, glänzend
Granit	Null	Null	— 45	4, weißlich
Granit mit Quarz	1 —	3, grünlich	1 16	3, hell, grünlich
Porphyr-Granit	—	3, weiß	1 52	2, glänzend, grünlich
künstl. Bologneser Phos-			— 20.	2, 3, goldgelb,
phor	—	— —	— 6	gelblicht
Cantons Phosphor	—	— —	1 10	3, schwachgelb
ätzendes Kali	Null	Null	Null	Null
mineralisches Kali	—	— —	1 20	4, etwas hell

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
vegetabilisches Kali			1' 30''	2, helles Funkenlicht
Holzasche			— 25	5, mattweiß
Potasche			1 20	1, orange, glänzend
Salpeter			— 14	6, nur Funken
Küchensalz			— 20	5, weißlicht
Bittersalz			— 28	5, mattweiß
Weinsteinsäure			—	6, nur augenbl. Funken
Milchzucker			—	6, eben so
Salmiak			— 12	5, weißlichmatt
Alaun				gar nichts
Borax und Boraxsäure				nichts

Beym Diamant fand Heinrich in Ansehung seiner Phosphorescenz sehr viele Verschiedenheiten. Einige wurden schon durch eine sehr mittelmäßige Temperatur-Erhöhung zum Leuchten gebracht, andere erforderten einen sehr hohen Grad von Hitze, und, wenn auch einige gar nicht leuchten wollten, so glaubt doch Heinrich, daß sie bey einer hinreichenden Hitze phosphoresciren.

Ueber die Phosphorescenz der Metalle, Metalloxyde und der metallischen Salze fand Heinrich die in folgender Tafel enthaltenen Resultate:

Beschaffenheit des Lichts	Regulinische Metalle, fein gefeilt	Fossile Metalloxyde	Künstliche Oxyde durch Feuer	Künstliche Oxyde durch Säuren oder Metallsalze	Oxyde durch Säure und Feuer
Leuchten mit Funken	Platin Gold Silber Kupfer Zinn Bley	Spatheisen hellgelber Ocher gelber verhärteter Ocher Zinngraupen grüner Bleyspath erdiger Galmey	Eisenschlacke Bleyasche	Goldauflösung in Königswasser salzsaures Silber salpetersaures Silber Kupfergrün, Grünspan Braunschweigergrün salpetersaures Kupfer salzigsaures Quecksilber	salpetersaures Silber ohne Krystallisationswasser oder Höllenstein

Beschaffenheit des Lichts	Regulinische Metalle, feingefeilt	Fossile Metalloxyde	Künstliche Oxyde durch Feuer	Künstliche Oxyde durch Säuren, oder Metallsalze	Oxyde durch Säure und Feuer
Leuchten mit schwachem Verbrennen begleitet	Zink, Wismuth, Spiesglanz	Zinnober mit Quarz, käuflicher Zinnober, kubischer Schwefelkies, krystallisirter Eisenglanz, rother Glaskopf, Umbra, Bleyglanz, Wismutherz	geschwefeltes Zinn oder Mussivgold, Ofenbruch mit Silber und Bleygehalt	schwefelsaurer Quecksilberkalk, schwefelsaure Zinkspäne	
Leuchten mit permanent ruhigem Lichte	Eisen gedieg. Kupfer, Zinn	gelbes Kupfererz, Malachit, Magnetstein, Braunstein, Glaskopf, Bohnenerz, dunkler Ocher, braune Blende, natürlich. Berlinerblau, Spiesglanzerz, Federerz, Sand- und Erd-Kobalt	Mennig, Zinkblumen, Spiesglanzoxyd, Vitrum Antimonii, Smalte	Silberkalk der Fabrik, schwefelsaures Eisen, salzsaure Zinkspäne, krystallisirte Zinkoxyde, Schminkweiß, Brechweinst. Bleyweiß	Sacharum Saturni
Gar kein Licht	Quecksilber		Merc. calcin. per se, Aethiops per se, Eisenmohr, Zinnasche, Bleyglätte	Ammoniacalgrün, Mercur. dulc., phosphorsaures Quecksilber, Salz und salpetersaures Zinn, salpetersaures Bley, Zinkvitriol	

Ueber die Versuche mit verbrennlichen Substanzen erhielt Heinrich Resultate, welche in folgender Tafel enthalten sind.

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
glänzende Steinkohle			0' 7''	5, Funken, matt
matte Steinkohle			— 6	5, Funken
Torf			— 10	5, Funken, matt
Graphit				
käufl. Reißbley			1 36	3, 4, hell, grünlich
			1 20	3, 4, hell, grünlich
Bernstein			2 —	2, feurig, goldgelb
			1 22	5, 6, Funken, sehr matt
schwarzer Gagat			— 8	
Schwefel			—	Verbrennen mit Flamme
Stein vom Vesuv		sehr schwach	— 42	4, gelblich
poröse Lava	Null	Null	—	momentanes Licht, gelblicht
Bimsstein	Null	Null	— 4	6, kaum bemerkb.
Schmiedekohle			— 8	6, Funken
faules Holz			—	Funken, Glühen
Bohnen			1 24	4, bläulich
Mays			1 30	3, hell
Roggenmehl			1 28	3, hell, weiß
Kleyen			— 28	5, weißlich
Stärke			1 16	4, 5, weißlich
weißes Papier			— 30	3, hellgelb
Melis-Zucker			—	lodernde Flamme
Mastix			— 20	4, Funken, gelbl.
Menschenzahn		glühend	3 10	2, grün, weiß
Biberzahn		glühend	3 —	2, grünlich
Elfenbein	3' 30''	2, glänzend, grünlich	3 —	2, grünlich
ditto scharf gebrannt			— 8	6, kaum bemerkb.
Ochsenknochen			5 0	1, grünlich, weißl.
ditto weiß gebrannt			1 2	4, weißlich
Geweih von Elenthier			2 —	1, grünlich
Haasenknochen	1 20	1, gelbes Flämmchen	3 —	1, grünlich
Baarten des Wallfisches	Null	Null	Null	Null
Fossile Knochen			3 —	2, gelb
Hühnerknochen	—	2, schön	1 40	2, gelblich
ditto gebrannte			1 —	3, grünlich
Eierschalen			3 —	3, grün, gelblich
Karpfenstein			1 30	3, weiß
ditto Grätte			2 8	2, hellweiß
os sepiae			2 —	2, blau, hellweiß
Krebsscheeren	—	glüh. röthl.	4 —	1, grünlich
Krebsaugen			2 —	2, gelblich
			1 4	
Gartenschneckenhaus			1 30	2, weiß
			1 5	

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
Perlen aus den Bächen			— 40	3, hellgelb
ditto Muschel	— 40	3, hellweiß	1 52	3, schön weiß
Austerschalen		4, schwach	3 —	2, grün, gelb
Jacobsmuschel		5, matt	3 10	1, goldgelb, weiß
Kegelschnecke	Null	Null	2 —	4, weißlich
weiße Korallen		4, hell.	2 —	2, gelblich
Seeschwamm		1, goldgelb	3 — 4 —	1, orange, goldgelb
Millepora lichenoides	— 20	1, glänzend, gelblich	1 —	2, grünlich
Gorgonia flabellum	Null	Null	Null	Null

Auch über die Phosphorescenz einiger Oele und Fette hat Herr P. Heinrich Versuche angestellt, deren Resultate folgende Tabelle angiebt:

Namen der Oele	Specifisches Gewicht	Temperatur hieben	hört auf zu leuchten	Barometerstand	Temperatur des Barom.
gewöhnl gelb. Olivenöl	0,91806	✠ 17,2 R.	✠ 180 R.	26″ 9‴ 0	✠ 16,3
Provenceröl	0,90502	17,3	190	— 8 9	✠ 16,3
Mandelöl	0,91434	17,3	200	— 8 8	16,3
Rübsenöl	0,91248	17,4	155	— 8 7	16,3
Leinöl	0,92924	17,4	85	— 7 8	16,3
Mohnöl	0,93966	17,5	91	— 7 8	16,3
Nußöl	0,91227	17,5	90	— 7 7	16,3
Steinöl, weißes	0,66033	17,5	75	— 11 9	16,5
ditto röthlich	— —	— —	79	27 0 8	16,5
Terpentinöl, frisches	0,88081	17,5	68	26 11 9	16,5
ditto altes	— —	— —	79	27 0 8	16,5
Hirschhornöl	— —	— —	gar nicht	27 0 8	16,5

Da vermöge der Resultate aller dieser Versuche, wodurch die Phosphorescenz der meisten natürlichen Körper mittelst Temperaturerhöhung von außen bewirkt wurde, die gesäuerten Kalk- und Schwefelerden sich vor allen andern durch ihr Leuchten auszeichneten; so läßt sich nach Heinrich hieraus schließen, daß die Säuren hier eben so, wie bey den Körpern durch Bestrahlung, zur Phosphorescenz beytragen. Seiner Bemerkung zu Folge ist bekannt, daß die Kohlen- Flußspath- und Schwefelsäure schon durch eine mittelmäßige Hitze aus den Kalksteinen, Schwerspäthen, und andern damit gesäuerten Fossilien

zu entweichen anfangen. Sobald daher diese Erden über Kohlen, oder in der kupfernen Schaale, oder wie immer erhitzt werden, so entwickeln sich ihre Säuren, und entweichen zum Theil; und da sich zu gleicher Zeit im Dunkeln ein schönes Lichtphänomen darstellt, welches bey ungesäuerten Erden ausbleibt, so glaubt Heinrich daraus mit Grund zu schließen, daß die aus den Körpern entweichende Säure den Lichtstoff mit sich entführe, und in Freyheit setze, weil doch die Säure selbst nicht leuchtend, nicht Lichtstoff sey; und er halte sich zu diesem Schlusse desto mehr berechtigt, weil er sehe, daß dieselbe Erde bey einem zweyten Versuche viel schwächer leuchte, und endlich zu oft, oder zu stark gebrannt, vollends dunkel bleibe, zugleich aber auch ganz entsäuert und ätzend befunden werde. Das Leuchten also beginne, wachse, nehme ab, höre auf mit der beginnenden, wachsenden, abnehmenden und vollendeten Verflüchtigung der Säure. Aeußere Temperaturerhöhung bewirke daher unmittelbar die Ausscheidung der Säure, mittelbar die Freymachung des Lichtes.

Weil aber durch Temperaturerhöhung nicht allein gesäuerte Erden, sondern noch viele andere Substanzen, leuchten, bey welchen man keine Entweichung der Säure voraussetzen kann, so glaubt Heinrich diese merkwürdigen Erscheinungen auf folgende Art zu erklären: Nach ihm sind alle Körper, welche wir der Feuerprobe unterziehen, entweder unverbrennliche, oder verbrennliche, oder aus beyden gemischte, so zu sagen Mittelkörper. Die unverbrennlichen leuchten durch äußere Temperaturerhöhung, wenn und so lang sie eine Säure enthalten, welche durch Erwärmung ausgetrieben werden kann, und die zugleich das mit den Bestandtheilen des Körpers oder etwa gar der Säure verbundene Licht frey macht und entführt. Körper, in welchen von Natur aus eine Säure herrschend ist, werden vor andern gut leuchten. Dergleichen sind die mit Kohlen- Flußspath- Phosphor- und Schwefelsäure begabten Kalk- und Schwererden,

gemischte Thon- und Kalkerden, Neutralsalze mit einer erdartigen Grundlage. Körper, welche von Natur sparsam mit einer Säure versehen sind, werden schwach leuchten, als viele Thon- Talk- und Kieselerden, oder Steine. Körper endlich, die von der Natur gar keine Säure erhalten haben, oder welchen man sie durch heftiges Brennen, oder andere Processe wieder entzogen hat, werden gar nicht leuchten, wie z. B. ausgebrannter Kalkstein, Schwefelspath, Thon, u. dergl., auch alle vollkommen reine, entsäuerte Grunderden, wenn sie darstellbar wären.

Verbrennliche Körper leuchten nach Heinrich durch äußere Temperaturerhöhung, wenn und so lang sie Brennstoff enthalten, welcher durch Erwärmung kann ausgetrieben werden, und der zugleich das mit den Bestandtheilen des Körpers, oder etwa gar des Brennstoffs verbundene Licht frey macht, und entführt. Körper also, welchen von Natur aus viel Brennstoff zu Theil geworden ist, werden vor andern gut leuchten, z. B. der Diamant, und die mit Kohlen- Wasser- Phosphor- und Schwefelstoff reichlich versehenen Substanzen des Pflanzen- und Thierreichs. Körper dagegen, welche von der Natur sparsam mit Brennstoff versehen sind, werden schwächer leuchten, wie es mit den brennenden Materialien zu seyn scheint. Körper endlich, welchen der Brennstoff durch heftiges Feuer und andere Processe bereits entzogen ist, werden gar nicht leuchten z. B. ausgebrannte Laven, brenzliche Oele, Holzasche, die nach dem Verbrennen rückständige Kohle animalischer und vegetabilischer Substanzen, Metalloxyde durchs Feuer.

Als Mittelkörper betrachtet Heinrich a) mehrere Metalle, bey welchen man weder Säure noch Brennstoff wahrnimmt, z. B. Platin, Gold, Silber, Quecksilber, daher sie auch auf der heißen Kupferplatte kein eigentliches Leuchten, sondern nur ein kurzes Funkenlicht äußern, oder wohl gar dunkel bleiben; b) tropfbare, nicht verbrennliche Flüssigkeiten, welche bey gehöriger Wärme in Dämpfe übergehn, ohne zersetzt zu werden.

Außer der Beschaffenheit des Körpers wird nach Heinrich die Phosphorescenz auch von der den Effekt hervorrufenden Kraft abhangen, wohin vorzüglich das Licht und die Wärme gehören.

Herr Dessaignes *) stellte um dieselbe Zeit, als es Herr Heinrich that, ebenfalls eine Reihe von Versuchen über die Phosphorescenz durch Bestrahlung und durch Temperaturerhöhung an. Ersterer kömmt mit letzterm in Ansehung der Phosphorescenz durch Bestrahlung und durch Temperaturerhöhung darin überein, daß er behauptet, das auf den Phosphor fallende Licht werde nicht von demselben aufgenommen, sondern diene nur dazu, das in ihm schon vorhandene leuchtende Fluidum in Bewegung zu setzen. Dessaignes gründet seine Behauptung auf folgende Versuche: Er ließ nach und nach die einfachen prismatischen Farbenlichtstrahlen auf alle künstlich zubereitete Phosphore fallen, und fand bey jedem farbigen Strahle, daß gleichwohl Canton's Schwefelphosphor beständig sein gelbes, der Balduinische sein weißes Licht aushauchte; die Glycinderde ihr grünes, und der Bologneserphosphor sein röthliches Licht von sich gaben. Außerdem bereitete er Canton's Phosphor in einer dicken, an dem einen Ende verschlossenen, und durchaus mit Kitt wohl beschlagenen Glasröhre; hierauf, um alle Lichteinsaugung vollkommen abzuhalten, füllte er die Röhre mit Sand und Quecksilber aus, und ließ sie in einem finstern Orte abkühlen. Dieser Phosphor ward ohne alle Bestrahlung von außen, durch die bloße Wärme der Hand leuchtend, und auf einem dunkel warmen Ofen hauchte er einen lebhaften gelblichen Schimmer aus. Hieraus schließt Dessaignes, daß das Licht der Phosphorescenz schon vor aller Bestrahlung in den Körpern existirt habe.

Herr Dessaignes hatte bey seinen Versuchen entdeckt, daß die Salien, wenn sie in der Glühehitze ihre

*) Die Phosphorescenz der Körper von Plac. Heinrich. 1te Abh. S. 107. f. 2te Abh. S. 284. ff.

Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung verloren haben, dieselbe ohne alle fernere Bestrahlung schon durch Wiedergabe der verlornen Feuchtigkeit wieder erlangen. Aus diesen und andern Versuchen schließt nun Dessaignes, daß die Phosphorescenz durch Bestrahlung nicht die Folge einer Lichteinsaugung sey, sondern daß sie von einem in den Körpern verborgenen, und durch die abstoßende Kraft des Lichts in Bewegung gesetzten Flüssigen herrühre; denn man könne sie den Körpern entziehen und wieder geben, so wie man ihnen das phosphorische Flüssige entziehe oder zurückgebe. — Müßte nicht nach jener Hypothese die Kohle, welche am meisten Licht einsauge, auch am schönsten phosphoresciren? — Habe man einmal erwiesen, daß die Körper durch ihr eigenes Fluidum leuchteten, und daß sie diese Eigenschaft so lange besäßen, als der kleine Vorrath ihres Flüssigen nicht zerstreuet werde, so folge nothwendig, daß der Lichteindruck nicht von einem aus ihnen ausströmenden, sondern nur in Schwingungen versetzten, Fluidum herrühre.

Nach Dessaignes muß man in nicht metallischen Körpern zweyerley Art von Wasser zulassen, ein combinirtes, und ein in die Zwischenräume versetztes. Das erstere ist nach ihm die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen, welche kein Resultat der Verbrennung sind. Uebrigens soll diese Flüssigkeit, als die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen, welche kein Resultat der Verbrennung sind, von elektrischer Natur seyn, indem sie dem Gesetze der Leiter und Nichtleiter der Elektricität unterworfen ist.

Gegen die angeführten Erklärungen über die Ursachen der Phosphorescenz durch Bestrahlung und Temperaturerhöhung der Herrn Heinrich und Dessaignes, macht der Herr v. Grotthuß *), der sich ebenfalls um diese Zeit mit einigen Versuchen über diesen Gegenstand

---

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. XV. S. 178. f.

beschäftigte, einige nicht unerhebliche Einwendungen. Im Diamant und im Glase lasse sich, wenigstens nach unserer gegenwärtigen Kenntniß dieser Körper, weder ein Wassergehalt, noch viel weniger ein Säuregehalt, vermuthen, und doch leuchteten sie durch Bestrahlung sowohl als auch durch Temperaturerhöhung. Ferner habe Herr Dessaignes in keinem einzigen unlößlichen Phosphor, blos durch die ihm mitgetheilte Feuchtigkeit allein, ohne vorhergegangene Bestrahlung (sey es nun mittelst des Sonnenlichtes oder mittelst des Lichtes glühender oder brennender Substanzen) die geringste Phosphorescenz erwecken können. Ob nun gleich in Hinsicht der Salze die von Dessaignes wahrgenommene Beobachtung, daß dieselben, wenn sie in der Glühehitze ihrer Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung beraubt worden sind, ohne alle fernere Bestrahlung die Phosphorescenz durch Wiedergabe der verlornen Feuchtigkeit wieder erlangen, ihre Richtigkeit habe; so gebe es doch ohne allen Zweifel in der Natur Phänomene, welche den zu allgemeinen Ansichten des Herrn Dessaignes, als wenn das Wasser die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen sey, eben so sehr widersprächen, als auch der grundlosen Hypothese des Herrn Heinrich, welcher meine, daß jene Phosphorescenzen nur eine Folge einer mittelst des Lichtes oder gelinder Wärme bewirkten Entsäuerung der leuchtenden Mineralien seyn, ungeachtet doch dabey im allgemeinen weder eine Entsäuerung Statt finde, noch jemals bey einer wirklichen Entsäuerung Lichtentwickelung als Folge derselben beobachtet worden sey. Vielmehr scheine es, daß bey einer wahren Entsäuerung, z. B. wenn salzsaures Silber dem Sonnenlicht ausgesetzt werde, eher eine Lichtabsorption aber keine Lichtentwickelung Statt habe; auch lasse sich vielleicht das absorbirte Licht in der hiebey frey werdenden Salzsäure oder vielmehr oxydirten Salzsäure durch neue Verbindung derselben mit andern Basen nachweisen. Wie sehr müßte nicht das salzsaure Silber durch Bestrahlung leuchten, wenn die Phospho-

rescenz wirklich Folge einer Entsäuerung wäre? Es leuchte aber gar nicht, wie er sich dessen selbst versichert habe.

Sonst bemerkt Herr v. Grotthuß noch, daß gewiß kein Chemiker, gewohnt nur an der Hand der Erfahrung im Gebiet der Wissenschaft fortzuwandeln, den Erklärungen des Herrn Heinrich Glauben beymessen werde, weil er diese treue Dienerin der Wahrheit, weil er seine Freundin, seine Leiterin in denselben vermisse. Sie bedürften daher keiner Widerlegung; denn der Verfasser habe auch nicht einen einzigen Versuch angestellt, die vermeintlichen Säuren in schicklichen Gefäßen aufzufangen, und die Natur derselben auszumitteln, die sich, wie er behaupte, blos durch Bestrahlung schon aus dem Diamant, vielen Edelsteinen, dem Flußspath, dem Bononischen Stein u. s. w. entwickeln sollten.

Gegen die Behauptung der Herrn Heinrich und Dessaignes, daß nämlich das auf den Phosphor fallende Licht von demselben nicht angesogen werde, sondern vielmehr dazu diene, den in ihm schon vorhandenen leuchtenden Stoff in Bewegung zu setzen, führt der Herr v. Grotthuß an: wenn man auch annehmen wollte, die Sache verhielte sich so, so müßten doch beyde Physiker unwiderstreitbar zugeben, daß der ponderable Theil des Phosphors das inponderable leuchtende Fluidum in sich gefangen halte, und bey irgend einer schicklichen Gelegenheit früher in sich gesogen oder aufgenommen habe. Wenn überdem der Phosphor während der Bestrahlung keinen neuen additionellen Lichtstoff in sich zöge oder aufnähme, so müßte doch bey einer lange dauernden Bestrahlung, die Phosphorescenz eben so wie bey einer lange fortgesetzten Erwärmung endlich erlöschen. Denn da die Ursache der Bewegung in beyden Fällen fortdaure, so müßte am Ende denn doch das Bewegliche (das leuchtende Fluidum) aus dem ponderablen Theil des Phosphors fortbewegt oder ausgetrieben werden, und der Phosphor durch fernere Behandlung nicht mehr leuchten.

Das letztere erfolge aber blos durch eine (auch noch so lange fortgesetzte) Bestrahlung nie; überhaupt aber finde es, selbst bey Anwendung der Wärme, nur dann Statt, wenn die Hitze so groß gewesen sey, daß dadurch die Textur oder die chemische Beschaffenheit des Phosphors verändert worden sey. Im letztern Falle liefere uns der elektrische Strom, d. i. die vereinte Wirkung der elektromechanischen Kraft und des elektrischen Lichtes, ein Mittel, die Phosphorescenz wieder herzustellen; wahrscheinlich weil dadurch das Eindringen der entwichenen Lichtmaterie mechanisch begünstigt werde. Diese einfache, aber logische Schlußfolge sey schon vollkommen zureichend, die Wahrheit des Satzes gegen Heinrich, Dessaignes und ein. and. als künftig nicht mehr zweifelbar zu vindiciren; daß es nämlich Körper gebe, welche fähig sind, das auf sie fallende Licht in sich zu saugen, und allmählig wieder auszustrahlen. Die Lichtabsorptions- und Emanations-Fähigkeit dieser Körper hange aber theils von der Temperatur des sie umgebenden Mediums, theils aber auch von ihrer besondern Natur, oder vielmehr von ihrer elektrischen Leitungskraft ab, und wahrscheinlich sey die von Dessaignes in mehreren Fällen beobachtete Wirkung des Wassers nur indirect, indem das hinzugekommene Flüssige die elektrische Leitkraft entweder erhöhe oder vermindere, oder auch bey der Wassererstarrung wirklich Elektricität erzeugt werde.

Der Herr v. Grotthuß hatte den röthlich violetten Flußspath von Nertschinsk, der unter dem Namen Pyrosmaragd und Chlorophan bekannt ist, als einen vorzüglichen Lichtsauger einer nähern Untersuchung unterworfen, und gefunden, daß derselbe vor allen andern bisher bekannten vorzüglichern Phosphoren Vorzüge besitzt, nicht allein in Ansehung seines Leuchtens, sondern auch in Ansehung der längern Dauer desselben. Wenn derselbe in einer Temperatur von 12 bis 20° R. etwa drey bis vier Monate lang in einer vollkommenen Finsterniß gestanden hatte, und er alsdenn zur Nachtzeit mit gehörig vorbe-

reiteten Augen untersucht wurde, so konnte man ihn durch Anwendung einer Wärme von 32° R. und darüber durchaus nicht phosphoresciren sehen. Dieser Wärmegrad war also nicht im Stande, nach Dessaignes und Heinrich's Ansicht, das im Chlorophan enthaltene leuchtende Fluidum in Bewegung zu setzen. Wurde aber das Mineral in diesem Zustande einige Minuten lang dem Sonnenlichte etwa bey 0° R. ausgesetzt, so hörte es bey einer sehr viel niedrigern Temperatur z. B. bey — 30° R. sehr bald zu phosphoresciren auf, fuhr dagegen bey einer wenig höhern Temperatur, z. B. bey 15° R. viele Stunden, ja Tage lang zu phosphoresciren fort. Hier könnte man nun nach v. Grotthuß wohl sagen, daß zwar das Licht, nicht aber die Wärme von 52° R. fähig gewesen wäre, das im Chlorophan schon vorhandene leuchtende Fluidum in Bewegung zu bringen. Wenn aber der Chlorophan während der Bestrahlung kein Licht eingesogen, oder keine additionelle Quantität des ihm inhärirenden leuchtenden Fluidums erhalten hätte, so würde die lange Dauer der Bewegung dieses Fluidums (d. h. die so lange anhaltende Lichtentwickelung) offenbar eine Verminderung desselben zur nothwendigen Folge gehabt haben müssen; denn eine Bewegung könne unmöglich statt finden, ohne daß das Bewegte seinen Ort verändert, und in diesem Falle müßte das in Bewegung gesetzte leuchtende Fluidum den ponderablen Theil des Chlorophans wenigstens zum Theil verlassen haben. Demnach sehe man aber diesen vor ungefähr zweyhundert Stunden dem Sonnenlicht ausgesetzt gewesenen Chlorophan, der endlich in einer Temperatur von 10 bis 15° R. zu leuchten aufgehört habe, schon in einer Temperatur von 20 bis 25° R. deutlich leuchten, da er doch vor dieser Bestrahlung selbst bey 40° R. noch keine Spur von Phosphorescenz gezeigt habe. Da nun die zur Phosphorescenz des Chlorophans erforderliche Temperatur stets im umgekehrten Verhältnisse mit der Menge des in ihm enthaltenen leuchtenden Fluidums stehe, so macht v. Grotthuß die Folge, daß die Quantität des

im Chlorophan enthaltenen leuchtenden Fluidums, während der Bestrahlung, nicht nur vermehrt werde, sondern daß auch, nach dem vollkommenen Erlöschen der darauf folgenden sichtbaren Phosphorescenz, das Mineral dennoch eine Zeitlang mehr von jenem leuchtenden Fluidum enthalte, als vorher, da es zum Versuch aus einem finstern Orte herausgenommen wurde, woselbst es mehrere Monate hindurch gelegen hatte.

Daß die zum Leuchten erforderliche Temperatur stets im umgekehrten Verhältnisse mit der Menge des im Phosphor enthaltenen Lichtes stehe, suchte v. Grotthuß durch einen Versuch zu bestätigen.

Bey Wiederholung und Veränderung einiger von Dessaignes angegebenen Versuche, aus welchen er zu folgern berechtigt zu seyn glaubte, daß das vom Phosphor gebundene Wasser die Hauptquelle aller Phosphorescenz sey, hatte v. Grotthuß nur so viel gefunden, daß man den Salzen, welchen man durch Glühehitze diejenige Phosphorescenz genommen hat, die sie auf einer heißen (nicht glühenden) Unterlage im Finstern äußern, dieselbe wieder geben kann, indem man ihnen die verlorne Feuchtigkeit wieder ersetzt. Uebrigens aber scheint ihm Dessaignes einzelne Thatsachen viel zu sehr aufs Allgemeine ausgedehnt zu haben. So z. B. glaube er, daß auch im Canton'schen Phosphor Feuchtigkeit die Hauptursache der Phosphorescenz sey, und doch habe weder er, noch irgend ein anderer Physiker, den Canton'schen Phosphor jemals, blos allein durch mitgetheilte Feuchtigkeit, ohne vorhergegangene Lichteinwirkung, zum Leuchten gebracht. Vielmehr sey es bekannt, daß frisch bereiteter Canton'scher Phosphor noch glühend in ein klares trocknes Glas gebracht, welches ganz damit angefüllt und luftdicht verstopft sey, vortrefflich leuchte, wenn es dem Sonnen- der Kerzenlichte vorher ausgesetzt werde. Wenn man nun aber auch zugeben wollte, daß combinirtes Wasser allen Körpern (folglich auch dem Canton'schen Phosphor zur Phosphorescenz absolut nothwendig

sey, so würde dies doch keinesweges der Ansicht widersprechen, daß dieser Phosphor, um zu leuchten, durchaus der Bestrahlung bedürfe, und daß er eben so wie der bononische Stein u. s. f. ein Lichtsauger im wörtlichen Sinne sey.

Die von Heinrich gemachte Beobachtung, daß eine durch Bestrahlung phosphorescirende Marmorplatte auch im Innern leuchtend erscheine, beweise, daß während der Bestrahlung das Licht nicht blos auf der äußersten Oberfläche der Phosphoren, sondern auch durch Mittheilung des absorbirten Lichtes, fast so wie der Wärmestoff, in die innere Masse des Phosphors allmählig einzudringen vermöge. Statt also gegen die Lichtadhäsion zu zeugen, spreche diese Beobachtung vielmehr dafür.

Den von Dessaignes oben angeführten Versuch anlangend, wodurch er einen solchen Canton'schen Phosphor präparirt zu haben glaubte, welcher ohne alle vorhergegangene Bestrahlung blos durch Wärme leuchtend werden soll; so bemerkt v. Grotthuß, daß Dessaignes ohne Zweifel schon bey der Bereitung desselben Glühehitze gebraucht habe. Da nun der Phosphor innerhalb der mit Kitt bedeckten Glasröhre (besonders da sie auch noch mit einem guten Wärmeleiter, nämlich Quecksilber, gefüllt gewesen) wenigstens an einigen Stellen früher als der Kitt und die Röhre selbst, hätte erkaltet seyn können, so wäre es leicht möglich gewesen, daß der noch glühende Theil der Röhre, dem schon erkalteten Phosphor Licht mitgetheilt habe. Noch wahrscheinlicher sey es aber, daß während dem Glühen, die Luft innerhalb der Röhre verdünnt und nachher beym Abnehmen des Kitts, oder durch andere Reibung, ein elektrisches Licht inwendig sey hervorgebracht worden, welches der Phosphor begierig absorbirt habe. Wenn Dessaignes diesen Phosphor aus der Röhre herausgenommen und auf der heißen Unterlage seines inhärirenden Lichtes würde befreyt haben, so würde er ihn gewiß nicht eher als nach wiederholter vorhergegangener Bestrahlung leuchtend gefunden haben.

Nach Grotthuß *) befördert die Kälte das Lichteinsaugen, Wärme dagegen das Lichtausströmen, und dieß scheint zu dem Schlusse zu berechtigen, daß keiner von den dem Lichte ausgesetzten Phosphoren im Finstern leuchten würde, wenn es anginge, die Temperatur derselben gehörig zu erniedrigen. Der Wärmestoff scheine also die Verbindung aufzuheben, welche die Lichtsauger mit dem Lichte eingehen, und dies könne ein Argument für diejenigen werden, welche Licht und Wärme als zwey ihrer Natur nach von einander verschiedene Principien betrachteten. Wenn man aber die Erscheinungen des Lichtes aus einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkt betrachte; wenn man mit vieler Wahrscheinlichkeit die Elektricität als Grundursache aller Licht-Phänomene betrachten könne; so werde es nicht minder wahrscheinlich, daß das Sonnenlicht auf der Oberfläche zwischen den Elementarpolen der ihm ausgesetzten Körper in seine elektrischen Grundprincipien, nämlich in + E und — E zersetzt werde, und daß die darauf folgende allmählige Vereinigung dieser von einander getrennten Lichtelemente der wahre Grund ihrer Phosphorescenz sey. Metalle und leitende Flüssigkeiten möchten gerade deshalb zu dieser Art von Phosphorescenz unfähig seyn; denn in ihnen mußte die Vereinigung von + E und — E zu schnell, oder vielmehr in demselben Moment, da sie die Wirkung des Lichtes erfahren, erfolgen. Aus derselben Ursache wirke ohne Zweifel auch das Wasser, ein guter elektrischer Leiter, auf die Phosphorescenz der trockensten und am hellsten leuchtenden Stellen des weißen Schreibpapiers so vernichtend. Sollte diese Ansicht die richtige seyn, so ließe sich von der lichtentwickelnden Wirkung der Wärme auf die dem Licht ausgesetzt gewesenen Lichtsauger folgende Erklärung geben: die Wärme, indem sie den Phosphor ausdehne, entferne die Elementartheile des Lichtes, und

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XIV. S. 140. ff.

schwäche dadurch, wahrscheinlich die ihnen eigenthümliche polarische Kraft, mittelst der sie das Licht zersetzen und anziehen; daher könne die Vereinigung der Lichtelemente, folglich die Lichtentwickelung, in der Wärme schneller Statt finden.

Mineralien, welche v. Grotthuß dem elektrischen Strome ausgesetzt hatte, zeigten ihm in der ersten Zeit immer einige Spuren am Condenselektrometer von empfangener Elektricität. Nach mehreren Stunden fand dies aber nicht mehr Statt, und doch leuchteten sie noch immer auf der heißen Unterlage, auch wenn sie vor dem Elektrisiren nicht geleuchtet hatten. Dieses Licht schien auf das Elektrometer nicht zu wirken, und es scheine demnach, daß die Elektricität ihre elektrometrische Kraft abgelegt, und nur die des reinen Lichtes beybehalten hatte. Hier zeige sich also eine Umwandlung von Elektricität in Licht; also werde man wohl der Ansicht nicht entgegen seyn, daß auch Licht zwischen den Elementartheilen der Körper in +E und −E verwandelt werden könne.

Der Herr v. Grotthuß setzte auch die Phosphoren dem durchs Prisma veränderten farbigen Lichte aus, ohne auch nur einen einzigen derselben mit der empfangenen Farbe leuchten zu sehen, wie schon Zanotti und Wilson beobachtet hatten. Alle hatten nur einen und denselben bleichen Schein, sie mochten dem natürlichen, oder dem blauen, grünen, gelben, rothen u. s. f. Licht ausgesetzt gewesen seyn. Nur in der Intensität der Phosphorescenz war ein bedeutender Unterschied zu bemerken, welches auch die Herrn Heinrich und Seebeck wahrgenommen hatten. Den höchsten Grad erreichten sie unter übrigens gleichen Bedingungen im freyen Sonnenlichte; schwächer leuchteten die Phosphore, die im gebrochenen blauen und violetten Lichte gestanden hatten, und so abwärts immer schwächer, endlich am schwächsten diejenigen, die vom äußern Roth getroffen worden waren. Auf einer ebenen geglätteten weißen Visitenkarte, auf welche das ganze prismatische Farbenbild ge-

fallen war, sah man nur die Hälfte des Spectrums, nämlich vom grünen bis zum violetten Strahl mit gleichfarbigem, oder vielmehr mit farbenlosem gleichen Schein leuchten; die andere Hälfte fehlte ganz, und mochte wohl schon in der kurzen Zeit, etwa 2 Sekunden, verschwunden seyn, die erforderlich waren, um die Karte aus dem Hellen ins Dunkle vor die Augen zu bringen. Der hellste Schein zeigte sich auf der vom blauen Strahl getroffenen Stelle, und nahm von da aus nach beyden Rändern zu ab. Einige Stücke Chlorophan dem blauen, andere dem rothen prismatischen Strahl ausgesetzt, leuchteten insgesammt in der Dunkelheit; aber die erstern heller und länger als die letztern. Selbst nach 48 Stunden war die Phosphorescenz des erstern durch Wärme der Hand und des Hauchs wieder zu erregen, welches mit den Stücken, die im rothen Lichte gestanden hatten, schon nach Verlauf von 30 bis 36 Stunden nicht mehr gelang. Am hellsten und dauerhaftesten leuchteten indeß stets diejenigen Chlorophane, die unmittelbar dem freyen Sonnenlichte ausgesetzt wurden. Auch beobachtete Herr Seebeck, daß Lichtsauger, welche durch farbloses Licht leuchtend geworden sind, im rothen Lichte viel schneller, als im dunkeln, ja sogar im rothen, durch eine Linse concentrirten, Licht augenblicklich verlöschen.

Da es nun eine ausgemachte Thatsache ist, daß jeder Lichtsauger nur mit dem ihm eigenthümlichen Lichte leuchtet, nie aber dasjenige farbige Licht im Finstern von sich strahlt, welches man vorher mittelst farbiger Gläser, oder mittelst des Prisma, auf ihn hat fallen lassen; so glaubte sich Grotthuß gezwungen anzunehmen; daß blaues Licht mittelst röthlich leuchtender Phosphoren in rothes und dieses wiederum mittelst bläulich leuchtender Phospsore in blaues u. s. w. verwandelt werden, ferner, daß auch jeder prismatische Farbenstrahl, durch weißlich leuchtende Phosphoren in bleiches oder weißes Licht, welches, durchs Prisma gesehen, wiederum farbig erscheint, umgeändert werden könne. Hieraus zieht Herr v. Grott-

huß besonders noch zwey wichtige Folgen: 1. daß das Licht seiner Natur nach einfach, oder doch wenigstens nicht zusammengesetzter, als die indifferente Elektricität, d. h. die zum vollkommenen Gleichgewicht ausgeglichene Verbindung von + E und — E sey; 2. daß die Farben von der größern oder mindern Schwierigkeit der Bewegung abhangen, welche das Licht beym Ausströmen aus den verschiedenen Oberflächen der Körper erleide. Denn mittelst einer Elektrisirmaschine, oder einer geladenen Leydner Flasche, könne man Licht, selbst in der vollkommenen Torricellischen Leere, erscheinen lassen. Der Funken, obgleich weniger lebhaft, habe darin sogar einen größern Umfang, als in der atmosphärischen Luft. Das Licht könne also blos durch Elektricität, ohne Beytritt irgend eines andern Körpers, ohne Anwendung von fühlbarer Wärme, entstehen. Da nun die Wärme eben so wirke, da z. B. ein glühender Körper in jeder Gasart, und selbst in der Torricellischen Leere, Licht verbreite; so werde es ziemlich wahrscheinlich, daß Licht, Wärme, Elektricität, drey Wesen, von welchen jedes ganz allein für sich ein und dieselbe Hauptwirkung (nämlich die Empfindung der Helle) hervorzubringen vermöge, ihrer Natur nach sich gleich und nur in der Art ihrer Bewegung verschieden seyn.

Die von dem Herrn v. Grotthuß angenommene Voraussetzung, daß sich das farbige Licht durch Einsaugung in den Phosphoren in anderes denselben eigenthümliches farbiges Licht umwandele, scheint doch noch manchen Schwierigkeiten ausgesetzt. So leuchtet ein Phosphor, da, wo er ein guter Spiegel, mithin gut reflectirend ist, schlecht, dagegen gut, wenn er nicht spiegelt; ein durch den blauen Strahl des Prismas beleuchteter Diamant leuchtet mit demselben feurigweißen Lichte, als wenn er dem ungefärbten Sonnenlichte ausgesetzt worden wäre u. s. f. Es scheint daher doch, daß sich das Leuchten durch Bestrahlung aus der bloßen Zurückgabe des Bestrahlungslichtes nicht hinreichend erklären lasse, sondern

daß die Phosphore wahrscheinlich mit eigenem Lichte leuchten, und daß das Aussetzen an das Licht die Entwickelung dieses eigenen Lichtes veranlasse.

Herr Heinrich suchte auch dies in einem eigenen Aufsatze *), worin er gegen des Herrn v. Grotthuß Einwendungen seiner Erklärung über die Phosphorescenz durch Bestrahlung und Temperaturerhöhung Gegenbemerkungen anführt, höchst wahrscheinlich auszusprechen. Seiner Meinung nach beruht die Erklärung der Phosphorescenz durch Bestrahlung eigentlich auf dem Satze, daß das auffallende Licht auf den Körper selbst wirke, in seinen Bestandtheilen einen chemischen Prozeß einleite und unterhalte, und daß dieser Prozeß eine Ausscheidung des Lichtes, ein Freywerden des zuvor gebundenen Lichtstoffes, als sichtbares Leuchten zur Folge habe. Ob man jenen Prozeß Entsäuerung, Entwässerung, Elektrisirung u. s. f. nennen wolle, sey gleichgültig; denn er behaupte nur, daß sich das Leuchten durch Insolation aus der bloßen Zurückgabe des Bestrahlungslichtes nicht hinreichend erklären lasse, und daß dabey etwas ganz andres vorgehe. In dieser Meinung bestärkten ihn die angeführten Erscheinungen. Eine Bestrahlung von 10 Minuten bewirke ein Leuchten von 1000 Stunden; aber nur unter der Bedingung, daß der Chlorophan verhüllt werde, d. i. außer Verbindung mit der freyen Luft bleibt. Man werde doch nicht behaupten, daß freyer Lichtstoff durch Bestrahlung in einem engen und dunkeln Raume zurückgehalten werde? aber diese Beschränkung könne und müsse den durch das Licht eingeleiteten chemischen Prozeß modificiren, verlängern, hier so gut, wie bey Seefischen.

Was die Phosphorescenz der Körper, welche durch mechanische Mittel, als Reibung, Druck, Bruch u. s. bewirkt wird anbetrifft, so ist diese in den neuern Zeiten aus einem ganz neuen Gesichtspunkte bearbeitet worden. Es waren

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXIX. S. 150.

zwar bereits eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand besonders von den Herrn Graf v. Razumowski und Wedgwood bekannt, und man glaubte fast allgemein daraus folgern zu müssen, daß das durch Reiben der Körper an einander entwickelte Licht von der in ihnen enthaltenen Kieselerde entstehe; allein andere Phänomene, bey welchen sich Licht auf mancherley Art entwickelte, zeigten gar bald, daß diese Ansicht keinesweges die richtige sey; man hatte vielmehr erkannt, daß es mehrere Arten von Phosphorescenzen gebe, und daß jede Art eine eigene Ursache voraussetze. Auf Veranlassung einer Pariser Preisfrage für 1808. über diesen Gegenstand fingen daher besonders die beyden Herrn Dessaignes und P. Heinrich an, denselben näher zu untersuchen. Herr Dessaignes *) hatte vorzüglich die Absicht, allgemein zu zeigen, daß in der Natur alle Körper fähig sind, durch Druck, Stoß u. dergl. Licht zu entwickeln, und daß dieses Licht kein elektrisches Phänomen sey. Heinrich bemerkt aber ganz richtig, daß Dessaignes keinen Unterschied zwischen Reiben, Schlagen, Zertrümmern u. s. f. mache; er behandele eigentlich nur die Folgen der Collision, nicht aber die der Friction, und es verliere daher seine Arbeit viel am Werthe. Heinrich untersucht dagegen die Phosphorescenz der Körper durch mechanische Mittel in drey besondern Abschnitten, wovon der erstere vom Lichte, das durch Druck und Reibung der Körper ohne Bruch entsteht, der zweyte vom Lichte durch Bruch ohne Reibung und ohne merklichen Druck, und der dritte vom Lichte durch Druck und Bruch zugleich, d. i. durch gegenseitiges Reiben rauher Oberflächen, handelt.

Dessaignes stellte, seinen vorigen angeführten Satz zu beweisen, eine Menge von Versuchen mit tropfbaren Flüssigkeiten, mit festen Körpern und mit Gasarten an.

---

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. VIII. S. 70. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVII. S. 259. ff.

Er gebrauchte, um das Wasser durch Compression zum Leuchten zu bringen, folgenden Apparat: eine an den beyden Enden offene dicke Glasröhre von 4 Linien innerer Weite, 6 Linien Dicke, und 9 Zoll Länge, war an den Oeffnungen flach abgeschliffen; um auf die Flüssigkeiten, welche in diese Röhre gebracht wurden, einen beliebigen Druck zu bewirken, wurden zwey luftdichtpassende Pfröpfe aus Lederscheibchen bereitet, welche in Fett getränkt, und zwischen Messingplättchen eingeengt waren. Diese Plättchen gewährten auch den Vortheil, daß die angränzenden Grundflächen der cylindrischen Pfröpfe sich genau deckten, und die Luft ausgeschlossen. Einer derselben war, wie bey den gewöhnlichen Pumpen, mit einer Kolbenstange versehen, der andere nicht. Endlich wurden die beyden Oeffnungen der Röhre mit viereckigen, 2½ Linien dicken, und in der Mitte durchbohrten Messingplatten gedeckt, welche an den vier Ecken durch Eisenstäbe mittelst Schrauben und Muttern in Verbindung kamen, und so auf die durch Leder geschützten Oeffnungen dicht auflagen. Durch das eine Messingplättchen ging die Kolbenstange, das andere Messingplättchen war mit einem eingeschraubten Hahn, wie bey den Luftpumpen, versehen, und die ganze Glasröhre der Sicherheit wegen mit Draht umflochten.

Mit diesem Apparate verfuhr Dessaignes also: der eine Pfropf wurde mittelst des Kolbenpfropfes in die Glasröhre hinabgeschoben, so daß unter demselben nur noch 1 Zoll innerer Raum übrig blieb; dieser Raum wurde mit einer Flüssigkeit angefüllt, sodann die Messingplatten auf die Oeffnungen der Röhre dicht verbunden, und die Kolbenstange in einen Schraubenstock eingespannt; hiernächst wurde der Pumpenpfropf mittelst der Stange aufgezogen, so weit es angehen wollte, und dann im Dunkeln mit aller Kraft hinabgestoßen; hiemit drängte der Pumpenpfropf den andern Pfropf und dieser das eingeschlossene Wasser.

Herr Heinrich hat diesen von Dessaignes gebrauchten Apparat zum bessern Gelingen der damit anzustel-

senden Versuche abgeändert; er ließ den auf die eine Messingplatte aufzuschraubenden Hahn gänzlich weg, brachte den Pumpenpfropf mit dem andern Pfropf sogleich in unmittelbare Berührung, und bewirkte den Stoß auf die eingeschlossene Flüssigkeit durch einen Hammerschlag auf die Pumpenstange.

Auf diese Art leuchteten alle tropfbare Flüssigkeiten, starke Säuren ausgenommen, welche den Apparat angreifen; das Licht ist aber nur augenblicklich, und vorübergehend wie der Stoß, und seine Farbe so wie die Stärke desselben hangen von der Verschiedenheit der Flüssigkeiten und von der Stärke des Stoßes ab; zugleich entwickelt sich bey jedem Stoße etwas fühlbare Wärme.

Um nun auch die festen Körper in dieser Hinsicht zu prüfen, hat Dessaignes sehr viele Versuche, besonders mit Schwefelblumen, getrockneter schwefelsaurer Magnesia, Salpeter, schwarzem Manganes-Oxyd, Asche, Glimmersand, gepulverter Holzkohle u. s. f. angestellt. Jeder dieser Körper wurde möglichst dicht in der Glasröhre zusammengepackt, damit keine oder höchst wenig Luft zwischen ihren Theilchen blieb. Sie wurden alle leuchtend, sobald man sie heftig comprimirte; sie blieben es nur einen Augenblick, und ließen sich viele Male hinter einander durch einen neuen Stoß zum Leuchten bringen. Eine gleich große comprimirende Kraft entwickelte aus ihnen allen eine gleiche Menge Licht, höchstens die Kohle ausgenommen, welche stärker comprimirt werden mußte, um eben so viel Licht als die andern herzugeben. Nach Dessaignes läßt sich dies Licht nicht aus der Luft ableiten, die sich zwischen den Theilchen der gepulverten Körper befindet, nicht allein weil sie so dicht zusammengepreßt sind, sondern weil sie auch, und besonders die Kreide, der Kalk u. s. f. auf einem Ambos mit einem Hammer stark geschlagen, einige Secunden lang stark leuchtend werden.

Daß auch durch Compression der Luft sich Licht entwickelt, ist bereits unter den Artikeln: Feuerzeug, pnevmatisches und Lampe, elektrische (Th. IX. S. 62. u. f. und 616.) angeführt worden.

Heinrich hat Dessaignes Versuche wiederholt, und eine Menge neuer hinzugefügt, welche besonders die Phosphorescenz, die durch Druck und Bruch zugleich, d. i. durch gegenseitiges Reiben rauher Oberflächen bewirkt wird, betreffen. In Beziehung auf das letztere untersuchte er die Folgen einer mittelmäßigen, so wie einer starken Reibung homogener Körper; ferner die Folgen desselben Verfahrens mit heterogenen Körpern, und endlich die Folgen eines schwachen oder scharfen Strichs mittelst eines Federkiels oder einer Radiernadel. Aus diesen seinen Versuchen ergab sich, daß das eigentliche Frictionslicht abhängt und modificirt wird.

1. Von der Natur und Struktur der geprüften Substanzen, je nachdem sie aus Kiesel- Thon- Kalk- oder Bittererde bestehen; noch unverändert oder durch mechanische oder chemische Prozesse bereits umgestaltet; regulinisch, oxydirt oder verglaset; verbrennlich oder unverbrennlich sind, u. s. f.

Durch das gesammte Reich der Fossilien (mit Ausnahme der weichen Talkerden) findet eine Phosphorescenz selbst ohne fühlbare Erwärmung Statt. In Ansehung des Grades des Lichtes zeichnet sich vor allen

a. das Kieselgeschlecht aus, indem es wohl kein kieselartiges Fossil giebt, welches nicht durch Friction mit einem gleichnamigen, Licht verbreitet, und zwar häufig bereits bey schwachem Druck.

b. hierauf kommt das Thongeschlecht, wovon so manches selbst den Fluß- und Schwerspath übertrifft.

c. im Kalkgeschechte stehen der Pharmacolith, und die Flußspäthe oben an. Bey Marmorarten scheint es nicht so sehr auf die Härte, als auf ihr mehr oder weniger krystallinisches Gefüge anzukommen.

d. den letzten Platz nehmen die Talkerden ein.

Durch Kunst und chemische Processe lassen sich einige sehr gute Phosphore machen. Regulinische Metalle geben bey der gewöhnlichen Friction gar kein Licht, ihre Oxyde nur in wenigen Fällen. Auch die Verglasung vermindert in der Regel die Phosphorescenz mehr, als sie selbige befördert. Unverbrennliche Körper verhalten sich besser, als verbrennliche; die Harze, die Steinkohlen u. dgl. geben durch Reiben kaum einige Spuren von Licht.

2. Ferner ergiebt sich, daß bey derselben Substanz ihre Sprödigkeit und Cohärenz, die Rauhigkeit oder Politur der Oberfläche, so wie die Anwendung eines stärkern oder schwächern Drucks, einer größern oder kleinern Geschwindigkeit beym Reiben viel Einfluß hat.

Ein gewisser Grad nicht so sehr der Härte als der Sprödigkeit, und eine rauhe Oberfläche, sind wesentliche Bedingnisse, um durch gewöhnliches Reiben Licht zu erhalten; es muß nämlich Bruch, und zwar rascher Bruch entstehen, gerade wie rascher Druck beym Compressionslicht. Stärke des Drucks nutzt in dreyfacher Hinsicht: es erhöht die Temperatur, bewirkt Rauhigkeit glatter Oberflächen, und verursacht einen raschen Bruch. Da aber auch manche sehr harte und spröde Körper, selbst bey einem beträchtlichen Druck, dunkel bleiben, hingegen andere, leicht zerbrechliche, durch sanfte Reibung schon leuchten, so erhellet, daß noch etwas mehr hiezu erfordert wird.

3. Nicht weniger hängt der Erfolg zum Theil von der Beschaffenheit des Reibzeuges ab, ob es weich oder hart, glatt oder rauh, flüssig oder starr, mit dem geriebenen Körper homogen oder heterogen, ein Leiter oder Nichtleiter der Wärme ist. In der Regel muß es wenigstens so hart als der geriebene Körper seyn, indem es sonst nicht wirkend, sondern nur leidend sich verhält; ein weiches oder flüssiges Reibzeug kann wohl elektrisches Licht hervorlocken, aber kein Frictionslicht, wie man bey einer Glasscheibe sieht, wenn sie im flüssigen Quecksil-

der schnell umläuft. In manchen Fällen kann die Stärke des Drucks den Mangel der Härte und der Sprödigkeit ersetzen, wie beym Streichen mittelst einer Schreibfeder. Nur das Aneinanderreiben homogener Körper giebt die sichersten Resultate.

4. Auch die Temperatur hat auf den Erfolg einen merklichen Einfluß, sowohl die des umgebenden Mittels, als jene der geriebenen Substanz, und zwar sowohl die vorläufige, als die durch Reiben erzeugte.

5. Endlich erhellet aus allen Versuchen mit erdigen Fossilien, daß die Güte ihrer Phosphorescenz von ihrem Bau, ihrem Gefüge, von der Aggregatform ihrer Theile ganz vorzüglich abhängt, unabhängig von der Härte.

In Ansehung der Phosphorescenz, welche als Folge des Drucks mit Reibung fester oder harter Körper erfolgt, ist schon längst bekant gewesen, daß anhaltende Reibung mit Druck bey allen Körpern eine Temperaturerhöhung bewirkt, welche bey unverbrennlichen Körpern bis zum Glühen, bey verbrennlichen bis zum Ausbruch einer Flamme steigen kann, wenn Druck und Geschwindigkeit der Reibung einen hohen Grad erreichen. Manches Leuchten im Finstern beruht auf diesem Grund, ist eine wahre Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung.

Ueber die Folgen des Drucks ohne Reibung bey festen Körpern, wohin vorzüglich die Metalle und Hölzer gehören, stellte Heinrich Versuche auf einem Kupferhammer an. Das Moment des Schlags betrug 855 Pfund. Jedes von diesen Metallen, Silber, Kupfer, Glockenmetall, Eisen, Zinn, Bley, Zink, Messing, gegossenes oder geprägtes, erhielt vier bis fünf Schläge; allein bey keinem einzigen dieser Metalle zeigte sich die mindeste Spur von Licht. Ueberhaupt ließen sich alle Wirkungen des Drucks ohne Reibung, in Betracht fester Körper auf folgende drey Erfahrungssätze zurückbringen:

1. Wo keine Verdichtung, keine Raumverminderung erfolgt, entsteht auch keine fühlbare Wärme, noch viel weniger ein Licht.

2. Sobald im Körper eine wahre Verdichtung vorgeht, äußert sich auch fühlbare Wärme.

3. Leuchten wird der comprimirte Körper nur dann, wenn er durch Druck und Stoß bis zum Glühen erhitzt wird.

Auch über die Phosphorescenz der festen oder starren Körper, welche durchs Zerreißen, Spalten und Brechen bewirkt wird, hat Heinrich mancherley Versuche angestellt, aus welchen sich folgende Resultate zu ergeben schienen:

1. Nur bey Körpern des Mineralreichs zeigt sich ein augenblickliches Licht, wenn man sie behende entzwey bricht; nicht bey Holz, nicht bey Knochen, nicht bey Korallen und Muscheln der Schaalthiere u. dgl.

2. Selbst unter den Mineralien gewähren nur solche bestimmt und unbezweifelt Licht, welche sehr hart und spröde sind, d. h., welche dem Bruch nicht nachgeben, sondern augenblicklich in Trümmer gehen.

3. Hiezu dienen vorzüglich, ja beynahe ausschließlich, solche, die schon dem Aeußern nach eine krystallinische Aggregatform besitzen, und die, wenn man sie theilt, regelmäßige Bruchstücke geben.

4. Die zur Prüfung angewandten Prismen oder Cylinder dürfen nicht zu dünn seyn; sie sollen wenigstens einen halben Zoll im Durchmesser haben; je dicker, je besser.

5. Das Zerstückeln durch Erschütterungen mit dem hölzernen Hammer wirkt ohne Vergleich mehr, als das Entzweybrechen mit den Händen. Ja es schien, daß kein Fossil durch reinen Bruch leuchtet, wenn nicht zugleich Stücke davon abgesprungen, oder doch im Innern Risse und Spalten entstanden.

6. Uebrigens bemerkt man bey spröden Mineralien von krystallinischem Gefüge immer ein schwaches, zuweilen auch wohl ein sehr schönes Licht, so oft man mit der Hand, mit dem Messer, mit einer Zange, u. dgl. ein Bruchstück oder eine Schicht davon losmacht, oder sie mit den Händen schnell entzwey bricht.

Ueberhaupt schien aber aus allen Erfahrungen hervorzugehen, daß nur solche Fossilien durch Brechen und Spalten Licht geben, welche außer einem merklichen Grad von Sprödigkeit zugleich eine krystallinische Bildung haben, und regelmäßige Bruchstücke liefern.

Mit einem vorzüglichen Lichte leuchteten alsdann diejenigen Mineralien, beym Zerstückeln unter einem Hammer oder unter der Keule eines geräumigen Mörsers, welche durch ein sanftes Spalten und Brechen Licht von sich gaben; außerdem aber nicht.

Besonders merkwürdig ist aber das Licht der Krystalle, welches nicht allein bey der Bildung des krystallischen Gefüges, sondern auch bey Erschütterung bereits gebildeter Krystalle und beym Bruche derselben Statt findet. Vermuthlich bemerkte der Herr Prof. Pickel zu Würzburg im Jahre 1785. das Leuchten in einem Kessel, der mit vitriolisirter Weinsteinlauge angefüllt und zum Krystallisiren hingestellt war, zuerst zur Nachtzeit. Dasselbe beobachtete der Apotheker Herr Schoenwald in Elbingen bey der Krystallisation des vitriolisirten Weinsteins, und wenn er die Krystalle selbst mit den Nägeln seiner Finger rieb. Aehnliche Erscheinungen nahm auch der Apotheker Herr Schiller wahr. Besonders beschäftigte sich aber Herr Giobert [α]) im Jahre 1788. mit der Phosphorescenz des schwefelsauren Kali. In den neuern Zeiten sind mehrere Beobachtungen über Lichterscheinungen bey Krystallisationen gemacht worden. Herr Schweigger [β]) hat in einer eigenen Abhandlung über Analogie der Gährung und des Galvanismus mehrere Bemerkungen über das Krystallisationslicht angeführt. Ein besonders schönes sehr glänzendes nahm der Apotheker, Herr H. W. Buchner [γ]) in Maynz bey der Krystallisirung der vorher mit Kohlenpulver gemischten Ben-

---

α) Journal de physique. T. XXXVI. S. 256. übers. in Gren's Journal der Physik. B. II. S. 437. ff.
β) Journal für Chemie u. Physik. B. X. S. 270. f.
γ) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XLI. S. 222. f.

zoësäure bey etwas verstärktem Feuer im Dunkeln wahr. Auch als er eine Partie von 6 bis 8 Pfund Kali acetici absichtlich Abends der Beobachtung wegen eindampfte, so schien er dabey etwas Leuchtendes zu bemerken. Als er nun alles im Dunkeln verstopfte, das Salz sich zu ballen aufhörte und zerfiel, und auf dem stark erhitzten Ofen stehen blieb, vermehrte sich das Leuchten so sehr, daß es ein jeder beym ersten Anblick für einen Uebergang in glühenden Fluß hätte erklären müssen. Ferner bemerkte Herr Herrmann [α]) zu Schönebeck bey Magdeburg, daß eine Auflösung von schwefelsaurem Kobaltoxyd, welche bey — 12° krystallisirte, eine halbe Stunde lang ein funkelndes Licht umstrahlte, als die Flüssigkeit abgegossen wurde. Eine ähnliche Erscheinung wurde auch von Herrn Berzelius [β]) beobachtet: er ließ nämlich eine gesättigte Auflösung von flußsaurem Natron mit der Sandkapelle erkalten, und folglich während der langsamen Abdampfung, Krystallen anschießen; bey der Dämmerung im Zimmer bemerkte er in dieser Schaale eine Menge blaßgelber, aber ziemlich starker Lichtfunken, welche bald von diesem bald von jenem Punkte von den sich bildenden Krystallen ausschossen; Bewegung brachte ein dichteres Funkeln hervor; es fuhr fort, bis daß die Flüssigkeit fast ganz verdunstet war. Als er am folgenden Tage mit demselben Gefäße und Salze und auf derselben Kapelle den Versuch wiederholen wollte, konnte diese Lichterscheinung nicht wieder hervorgerufen werden. Dieselbe Erscheinung nahm Herr Wachler im Laboratorium des Herrn Berzelius bey mehreren Pfunden schwefelsauren Kali's wahr, welcher aus einer sehr langsam bis etwa zu + 20 auf der Kapelle erkalteten Flüssigkeit krystallisirte. Das Phänomen dauerte gegen zwey Stunden lang. Selbst auf die Hand genommene Stücke der Krystallrinde fuhren im Dunkeln zu leuchten fort, und beym

---

α) Schweigger's Journal für Chemie u. Phys. B. XL. S. 75.
β) Jahresbericht über die Fortschritte der phys. Wissenschaften, 4ter Jahrg. Tüb. 1825. S. 46.

Zerreiben zeigte es sich besonders stark. Wurde mit einem Glasstabe auf der, unter der Flüssigkeit sich befindenden Krystallrinde hin und her gefahren, so wurden die ganzen Striche leuchtend. Als dieselbe Salzmasse durch Erhitzen der Flüssigkeit wieder aufgelöset, unter denselben Umständen wieder erkaltet und zum Krystallisiren gelassen wurde, zeigte sich die Erscheinung zum zweytenmale nicht wieder. Noch eine andere merkwürdige Erscheinung dieser Art wurde vom Herrn D. Goebel [a]) in Jena beobachtet. Bey der Bereitung eines Fruchtweines hatte er eine $1\frac{1}{8}$ Zoll weite und 36 Zoll lange Glasröhre in dem Spunde des Fasses befestigt, und sie mit dem Moste bis oben an angefüllt, so, daß die durch die Gährung erzeugte Kohlensäure durch diese Flüssigkeitssäule steigen mußte, wofür dann aus dieser das Faß sich wieder mit Most füllte. In dieser Glasröhre bemerkte er eines Abends einen phosphorigen Schein, und erstaunte nicht wenig, die häufig ausströmenden Gasblasen phosphorescirend zu erblicken. Nach gehöriger Untersuchung zeigte sich dies Gas als vollkommen reine Kohlensäure.

Die Umstände, welche erfordert werden, wenn beym Anschießen der Krystalle, und wie es scheint, selbst bey der Weingährung, eine Phosphorescenz entstehen kann, und entstehen muß, sind bis jetzt noch nicht ausgemittelt. Herr Doebereiner [b]) meint Ursache zu haben zu glauben, daß vorzüglich solche Salze, welche kein Krystallisationswasser in sich aufnehmen, bey der Krystallisation Licht aussenden. Man sollte daher einmal nachsehen, ob nicht das in großer Menge krystallisirende chlorsaure Kali Lichterscheinungen gebe.

Herr Heinrich [c]) war auch begierig zu erfahren, ob nicht die Zuckerauflösung in Candies-Raffinerien beym Anschießen der Krystalle ein Leuchten zeige. Al-

[a]) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. XL. S. 257. f.
[b]) Ebendaselbst. B XLI. S. 222.
[c]) Die Phosphorescenz der Körper. Vierte Abhandlung. S. 481.

lein da sich in den großen kupfernen, mit Fäden durchzogenen Becken die Oberfläche gleich anfangs mit einer undurchsichtigen Kruste überzieht, so konnte er nicht sehen, was unter derselben, und im Innern der flüssigen Masse ferner vorgeht.

Heinrich fand, daß unter günstigen Umständen alle natürliche Salzsteine und alle künstliche Salzkrystalle entweder durch reinen Bruch, oder durch Collision, oder durch Reiben, leuchten. Besonders lieferte eine schöne Phosphorescenz der Candieszucker durch Bruch, ohne den mindesten Druck. Das Licht, welches sich bey jedem Bruche einzelner Krystalle zeigte, schien mehr einem leuchtenden Dampf, als einem Blitz ähnlich. Unter der Verdünnung einer Luftpumpe von 6 Linien Barometerprobe zeigte sich das Licht beym Bruche des Candieszuckers noch schöner, als im Freyen; mit jedem Bruch der Krystalle ergab sich ein kegelförmiger, ausgebreiteter Lichtbüschel, größer und heller als im Freyen. Herr Heinrich schließt daraus, daß reine Lichtphänomene nicht vom Daseyn der umgebenden Luft abhangen. Der Feuerstein mit Stahl gerieben leuchtet auch noch im sehr verdünnten Raum, auch in reinem kohlensauren Gas; das Licht erfolgt hiebey desto reichlicher, je dünner der Feuerstein ist, d. h. je mehr Bruchstücke abspringen, aber die abgerissenen Stahlstückchen verbrennen, folglich leuchten sie nicht mehr; sondern man bemerkt nur einen schwachen weißlichen Lichtstreifen am geriebenen Stein. Ja Glas mit Glas unter dem Recipienten der verdünnten Luft gerieben, verbreitet selbst ein bey Tage bemerkbares Licht.

Ueberhaupt scheint es nach den bisherigen Erfahrungen, welche allerdings eine noch weitere Untersuchung verdienen, daß sowohl bey Entstehung der Krystalle, als auch beym Bruch, Druck und Reibung der bereits gebildeten ein Leuchten entsteht.

Ueber die Ursachen aller dieser Lichterscheinungen ist man bey weitem noch nicht aufs Reine. Herr Dessaignes suchte zu beweisen, daß das Licht, welches durch

Druck, Stoß, u. s. f. entsteht, weder durch Stoßen und Drucken des Kolbens gegen das Glas hervorgebracht werde, noch daß es elektrischer Natur sey. Denn aus dem Glase entbinde sich, wenn man es mit dem Hammer, selbst sehr heftig schlage, nicht anders Licht, als wenn Stückchen Glas durch den Schlag abgerissen werden, und das Licht zeige sich in diesem Falle nur als ein kaum wahrzunehmender Schein. Ferner leitete er in das Innere seines mit Luft gefüllten Apparats 4 Platindrähte, die er mit einem Volta'schen Elektrometer, theils ohne, theils mit Condensator, in Verbindung setzte. Während die Luft durch den Stoß leuchtend wurde, blieben die Strohhälmchen des Elektrometers unbeweglich. Da also das Licht weder von dem Stoße des Kolbens gegen das Glas, noch von Elektricität, durch das Reiben des Kolbens längs des Glases erregt, bewirkt werde, so müsse man zugeben, daß es der Annäherung der Theilchen der Körper an einander zuzuschreiben sey. Er glaubt überhaupt, daß das Leuchten der Körper nicht sowohl von der physischen Beschaffenheit, als von einem gewissen chemischen Zustande derselben abhange; nach ihm beruht der Grund aller Phosphorescenz in einem flüchtigen, allen Phosphorn gemeinschaftlichen Grundstoff, welcher das Wasser zu seyn scheint. Alle Körper nämlich verlören ganz oder großentheils ihre Phosphorescenz durch ein hinlängliches Verkalken im Feuer, und erhielten es wieder durch Zusatz von Wasser, wie man bey den kohlensauren, flußsauren, salzsauren und phosphorsauren Kalkerden, beym Borax und bey Cantons Phosphor sehe. Herr Heinrich hat aber gegen diese Erklärung erhebliche Einwendungen gemacht, er unterscheidet vielmehr mit Recht die Phosphorescenz der mancherley Körper, welche sie unter diesen oder jenen Umständen von sich geben, und vermuthet, daß auch die Ursache der Phosphorescenz nach den verschiedenen Umständen verschieden sey. Das Licht, welches durch rasche Compression tropfbarer Flüssigkeiten sich entwickelt, entsteht nach Heinrich aus der starken Comprimirung des

Flüssigen, wodurch nicht allein Wärme, sondern auch Licht aus demselben entweiche. Hieraus sucht er auch selbst das Leuchten des Seewassers abzuleiten, womit sich der Lauf des Schiffs beym frischen Winde bezeichnet.

Um die wahrscheinliche Ursache des Frictionslichtes auszumitteln, muß man nach Heinrich vor allen Dingen einen Unterschied zwischen Leuchten verbrennlicher und unverbrennlicher, so wie zwischen Leuchten durch gewaltsame und mäßige Friction machen. In Ansehung des Frictionslichtes verbrennlicher Substanzen ist die nächste Ursache desselben die durch Druck und Reibung in ihnen erregte Wärme, und es besteht in einem wahren Verbrennen, welches nur an Intensität verschieden ist. Bey unverbrennlichen Substanzen, namentlich bey den erdigen Fossilien ist die durch Reiben erregte Wärme nicht die wahre Ursache des Frictionslichtes. Vom gewaltsamen Reiben ist hier aber nicht die Rede, sondern nur von einem mäßigen, wohl auch mit einem schwachen Druck begleiteten Reiben. Daß das Frictionslicht durch Erhitzung von dem Lichte mittelst eines sanften Reibens verschieden ist, sucht unter andern Herr Heinrich besonders durch den auffallenden Unterschied des Leuchtens der Körper durch Erwärmung und des durch Reibung zu beweisen. Durch Erwärmung waren nämlich 1. die besten Phosphore die flußsauren und kohlensauren Kalkarten, darauf folgten 2. einige Arten des Thongeschlechts; dann 3. die Schwerspathe; nach einem merklichen Zwischenraum folgten 4. die Steine des Kiesel-, Thon- und Talk-Geschlechts, und endlich 5. nahmen die Salien beynahe den letzten Platz ein. Dagegen erfolgte die Phosphorescenz durch mäßiges Reiben nach einer ganz andern Ordnung; hier behauptete ohne Ausnahme den Vorzug 1. das gesammte Kieselgeschlecht; darauf folgte 2. das Thongeschlecht, theils im natürlichen Zustande, theils durch Glühehitze dazu gehärtet und vorbereitet; hiernächst kamen 3. die aus gesäuerter Kalkerde bestehenden Fossilien; den letzten Platz nahmen 4. die Talkerden ein. Nach

Herrn Heinrich ist die nächste Veranlassung des durch mäßiges Reiben erdiger Fossilien erzeugten Lichtes das Abspringen der vorragenden Flächentheile: es ist ein Cohäsionslicht, ein Trennungslicht. Hieraus läßt sich auch begreifen, warum die Steine des Kieselgeschlechts alle andere an Schönheit des Frictionslichtes weit übertreffen; denn diese besitzen zum Theil schon im rohen, unveränderten Zustand eine rauhe Oberfläche: sie übertreffen an Härte und Sprödigkeit alle andere Steinarten; ihre krystallinische Aggregatform bietet der Reibung immer neue Unebenheiten dar; mit jedem Bruch entsteht daher Trennungslicht. Außerdem aber entsteht durch gegenseitiges Reiben zweyer Körper an einander jederzeit Elektricität, und endlich geht bey jeder Reibung eine Zersetzung vor, und diese ist häufig eine Quelle des Lichtes. Daß jeder Lichtausbruch aus Körpern die Folge einer in ihnen vorgegangenen Zersetzung ist, sucht Heinrich für eine mäßige Friction aus folgenden Erfahrungen zu erweisen: a. die an einander geriebenen Körper geben einen mehr oder minder auffallenden Geruch, den man bey Erden, Steinen, Salzen, Metallen, brennbaren Körpern u. s. f. bemerkt. Es entweichen daher durch Reibung Theilchen aus den Körpern, was ohne Zersetzung nicht geschehen könnte; und b. ist es eine durch die Herren **Davy**, **Desormes**, **Simon** und **Schweigger** ausgemachte Thatsache, daß aus Bergkrystall, Glas, Quarz, Feldspath, Marmor, Flußspath, Baryt, u. s. f. schon durch Reiben und Ritzen, noch deutlicher durch Stoßen im Mörser, und ganz vorzüglich durch Ueberströmen der verstärkten Elektricität, unverkennbare Spuren eines frey gemachten Kali zum Vorschein kommen, als ein entscheidendes Zeichen einer durch Reibung bewirkten Zersetzung.

Es erklärt sich also nach Herrn Heinrich das Frictionslicht unverbrennlicher Fossilien beym mäßigen und schwachen Reiben a. aus dem vervielfältigten Bruch rauher Flächen; b. aus der durch Reiben erregten Elektricität,

und c. aus der durch Reiben bewirkten Zersetzung. Jedoch scheint ihm der Hauptgrund des Leuchtens der geriebenen unverbrennlichen Substanzen an einander in dem Trennungslichte der schnell abgesprungenen Theilchen zu liegen; obgleich in vielen Fällen alle drey Umstände vereint wirken möchten. Das Trennungslicht bleibe uns aber zur Zeit noch ein Geheimniß. Da man dieses Licht auch ohne Friction, durch bloßes Spalten einiger Fossilien, erhalte, und da es sich vorzüglich bey den Substanzen von blätterigem und krystallinischem Gefüge äußere, so müsse man den Grund dieses Trennungslichtes in der Aggregatform, in der Aufhebung nicht der Cohäsion im allgemeinen, sondern einer Cohärenz von bestimmter Art; nicht im Zerstören, sondern im Zerreißen und Trennen der Krystalle, in der Entfernung der Berührungsflächen suchen. Dadurch unterscheide sich auch das reine Trennungslicht von dem gemischten durch Friction. Nach Herrn Heinrich ist wahrscheinlich das Licht das allgemeine Bindungsmittel aller starren Körper. Dieses Licht wird daher wieder entbunden, wenn die Trennung der Theile gewaltsam erfolgt.

In Ansehung desjenigen Lichtes, welches bey Krystallisationen sich zeigt, unterscheidet Herr Heinrich das Licht bey der wirklichen Bildung der Krystalle von demjenigen, welches durch reinen Bruch der schon gebildeten Krystalle sich zeigt. Das erstere hält Heinrich für Condensationslicht beym raschen Uebergang des liquiden in den starren Zustand; das letztere aber nennt er Cohäsions- oder Krystallisationslicht, Licht durch reinen Bruch. Wahrscheinlich ist dieses Licht nach Heinrich elektrischer Natur: denn 1. sey es aus unläugbaren Thatsachen erwiesen, daß bey Krystallbildungen, bey Uebergängen des luftartigen, und des tropfbarflüssigen in den starren Zustand Elektricität erscheine, und thätig mitwirke, 2. bey manchen krystallinischen Substanzen seyn nach Haüy die elektrischen Erscheinungen sogar an gewisse Krystallformen gebunden, 3. sey es einseitig und

mangelhaft, den elektrischen Stoff nur dort wirksam zu denken, wo er sich durch Anziehen und Abstoßen, u. dgl. äußere, da er doch auf hundert andere Arten wirken könne, wie uns schon ein einziges Plattenpaar der Volta'schen Säule zeige, 4. beym Entzweybrechen einer Siegellackstange äußere sich die Elektricität durch Anziehen leichter Körper ohne Lichtausbruch; beym Entzweybrechen des Candies-Zuckers äußere sie sich, wie er glaube, durch Licht ohne Anziehen; es sey ja das Licht so gut ein Zeichen freyer Elektricität wie das Anziehen. Gerade der Umstand sey merkwürdig, daß sich beym Brechen guter Nichtleiter ein Anziehen ohne Licht, bey Halbleitern ein Licht ohne Anziehen einstelle. Ueberhaupt sey es höchst wahrscheinlich, daß nicht allein bey der Bildung der Krystalle, sondern allgemein bey jedem Uebergang in einen starren Körper die elektrische Kraft sich thätig erweise, und gleichsam als Licht gebunden werde; daher habe man auch Grund genug anzunehmen, daß sich beym Bruche des starren Körpers dieses gebundene Licht wieder frey mache, und als freyes elektrisches Licht wahrgenommen werde.

Daß bey der Bildung der Krystalle Elektricität vorzüglich mit im Spiele sey, hat Herr Prof. **Schweigger** *) aus den bisherigen Erfahrungen und daraus gezogenen Schlüssen sehr sinnreich an verschiedenen Stellen seines Journals hervorgehoben. Es scheint, daß die polarische Kraft der Elektricität auf die verschiedenen Formen der Körper hinwirke.

Herr D. **Goebel** war bey der oben angeführten Lichterscheinung der Kohlensäure, welche aus dem gährenden Fasse aufstieg, der Meinung, daß durch den Druck der Flüssigkeitssäule und durch die beym Aufsteigen in selbiger entstandene Reibung der Gasblasen keine Elektricität erregt seyn könne, weil die Gasblasen leuchtend erschienen, so wie sie aus dem Fasse in die Röhre traten;

*) Journal für Chemie und Physik. B. V. S. 56. ff. B. XI. S. 258. ff.

ihr Licht wurde alsdann beym Aufsteigen immer schwächer, und erlosch endlich ganz, so wie sie mit der Luft in Berührung kamen. Herr Goebel frägt daher: sollte vielleicht der Gährungsprozeß ein wirklicher elektrischer Prozeß seyn? Daß der Gährungsprozeß mit dem elektrischen Prozesse an der galvanischen Säule auffallende Aehnlichkeit besitzt, hat besonders Herr Schweigger zu zeigen gesucht. Indessen könnte auch nach der letztern Vorstellung des Herrn Goebel's beobachtete Lichterscheinung aus einem andern Gesichtspunkte betrachtet werden. Da nämlich Zucker der zur Gährung ausgesetzten Flüssigkeit beygefügt war, so könnte es seyn, daß dieser in der Röhre krystallisirte, und daß also die Zuckerkrystalle es waren, welche leuchteten. Und da zwischen Gasentbindung und Krystallisation eine größere Aehnlichkeit sey, als man gewöhnlich voraussetze, welche sich schon durch die Begünstigung beyder von Anlegepunkten offenbare, so habe es auch nichts auffallendes, wenn wir geradezu die Lichterscheinung bey einer Gasentwickelung aus gleichem Gesichtspunkte betrachteten mit den Lichterscheinungen bey Krystallisationen. Vielleicht könnte aber auch diese Lichterscheinung ein Condensationslicht seyn.

In den neuern Zeiten sind auch die Lichterscheinungen, welche bey chemischen Vermischungen und bey Zersetzungen erfolgen, näher untersucht worden. So geben häufig höchst concentrirte Säuren und wasserfreye Basen bey ihrer Vereinigung eine Lichterscheinung, wovon man mehrere von Heinrich *) angestellte Versuche in seinem bekannten Werke nachlesen kann. Ausgeglühete Magnesia und Vitriolöl; große Mengen Vitriolöl und Wasser; Baryt im salzsauren Gas erhitzt; Kalk oder Baryt in Wasser gelöscht u. s. f. bringen Lichterscheinungen hervor. Besonders merkwürdig ist die Lichtentwickelung des Zirkonerdehydrats, des Eisenoxyds, des Chrom-

*) Die Phosphorescenz der Körper. Fünfte und letzte Abhandlung. Nürnberg 1820. 4.

oxyds, des Rhodiums, so wie einiger antimonigsauren und antimonsauren schweren Metalloxyde, welche zuerst bis zum Verluste des Wassers und dann bis nahe zum Rothglühen erhitzt, in Flamme gerathen ohne eine weitere Gewichtsveränderung, aber eine bey weitem geringere Auflöslichkeit in verschiedenen Flüssigkeiten, als zuvor, zeigen. Eine ähnliche Erscheinung bemerkte auch Berzelius [α]) beym Glühen des eisenblausauren Ammoniaks, des Berlinerblaues, des eisenblausauren Kupfers, der Cyanüren von Eisen und Kalcium, Eisen und Bley. Auch Bischof nahm eine schwache Lichterscheinung beym Schmelzen der Boraxsäure in einem Platintiegel wahr. Nach Berzelius [β]) sind diese Lichtentwickelungen eine Folge einer, in der Hitze eintretenden innigern Mischung der Grundstoffe, so daß in den vorgenannten Oxyden der Sauerstoff sich mit dem brennbaren Körper, in den angeführten Salzen die Säure mit der Basis in innigere Verbindung tritt.

Bey folgenden Zersetzungen findet Lichtentwickelung Statt: bey der Zersetzung des Euchlorins zwischen +34° und +40°; bey Zersetzung des oxygenirten Wassers, des Chlorstickstoffs und Jodstickstoffs; bey Zesetzung des Zinnobers durch Zinkfeile; bey Zersetzung des Zirkonerdehydrats [γ]).

Nach Herrn Heinrich's Ansichten stellt sich jederzeit ein Verbrennen ein, sobald das Leuchten eine Folge der Temperaturerhöhung ist, und dies ist der Fall bey allen Mischungen; übrigens ist er der Meinung daß es ein Leuchten ohne Verbrennen giebt, und daß Lichtstoff und Wärmestoff verschieden sind.

(Zus. z. S. 876. Th. III.). Goettlings Ansichten über das Verhalten des Kunkel'schen Phosphors in ver-

α) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXX. 30. 48. 49. 50.

β) Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen. Dresd. 1820. 8. S. 70.

γ) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. VII. S. 75. S. 514.

schiedenen Gasarten wurden vom Herrn Boeckmann [α]) aufs vollkommenste bestätigt. Auch Herr Heinrich [β]) hat mit diesem Produkte besonders in Hinsicht des Leuchtens mehrere und merkwürdige Versuche angestellt. Daß der Act des Verbrennens des Phosphors von dem Acte des Leuchtens verschieden sey, ist durch neuere Versuche vollkommen bestätigt worden. Nach Heinrich läßt sich das Leuchten des Phosphors nur unter solchen Umständen und bey solchen Substanzen bemerken, welche die Eigenschaft besitzen, mit dem Phosphor eine Verbindung einzugehen, welche weder von der Temperatur, noch vom Sauerstoffgas abhängt. Dies scheint beym Stickstoffgas, beym Schwefel, beym Wasser, und selbst bey der Kohlensalzsäure der Fall zu seyn. Die anfängliche Auflösung des Phosphors in diesen Substanzen wird zwar beständig von der Temperatur einiger Maaßen abhängen; ist aber einmal die Verbindung eingeleitet, so kann die Auflösung auch in niedrigen Temperaturen fortgesetzt werden; und dann kann der für sich sehr lichtreiche Phosphor ein leuchtendes Phänomen gewähren, woran der Sauerstoff nicht den mindesten Antheil hat. Auf diese Art läßt sich wenigstens das Leuchten des Phosphors im Stickstoffgas bey 0° Reaum., im eiskalten Wasser bey — 2°, im Eise bey — 4°, im Schwefel- nnd Phosphorgemisch bey — 1° erklären. Ist man auf diese Lichterscheinungen aufmerksam, so wird man bey niedrigen Temperaturen nicht mehr den Phosphor selbst, sondern immer nur das den Phosphor umgebende Auflösungsmittel leuchten sehen; das Aufgelöste nämlich, nicht aber das erst Aufzulösende leuchtet; gerade so ist der Erfolg bey der gephosphorten Salzsäure. Diese Substanzen und wahrscheinlich noch mehrere äußern gegen den Phosphor eine Auflösungs- und eine Zersetzungskraft, woran das Sauerstoffgas keinen Antheil hat; sie gewähren daher auch eine Lichter-

α) Ueber das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Gasarten. 1810.

β) Die Phosphorescenz der Körper. Zweyte Abhandlung. S. 195 ff.

scheinung, die kein Verbrennen genannt werden kann, ungeachtet dabey eine Oxydation der leuchtenden Substanz vor sich geht.

Wird Phosphor in einer Flasche unter Wasser gebracht, so oxydirt er sich, und das Wasser wird säuerlich. Dieses Wasser hat die besondere Eigenschaft, daß es in einer wohlverkorkten Flasche leuchtet, so oft es darin geschüttelt wird, und zuweilen, ohne wahrnehmbare äußere Ursache, einen schnell vorübergehenden Schein von sich giebt. Wenn man aus schwarzem Papiere, womit eine solche Flasche beklebt wird, eine Figur ausschneidet, so erscheint im Dunkeln eine leuchtende Figur, wenn die Flasche geschüttelt wird. Oeffnet man den Pfropf, oder schließt er nicht fest, so verschwindet das Leuchtungsvermögen des Wassers augenblicklich, und kehrt erst dann wieder zurück, wenn die Flasche wieder eine lange Zeit luftdicht verschlossen gewesen ist. Diese Erscheinung ist bis jetzt noch nicht erklärt.

In der verdünnten Luft, z. B. unter der Glocke einer Luftpumpe, entzündet sich der Phosphor und brennt mit einer schwachen, aber hohen Flamme, wenn er mit Harz oder Schwefel gemengt und auf etwas Baumwolle gelegt wird. Dieser Versuch gelingt nur, wenn der Stiefel der Luftpumpe weit genug, und die Verdünnung schnell vor sich geht. Wird eine Stange trockenen Phosphors Stellenweise mit Harz oder Schwefel bestreut, und dann unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, so nimmt man wahr, daß beym Auspumpen der Luft, der Phosphor auf den bestreueten Stellen mehr zu leuchten anfängt, und daß dieses Leuchten mit der Verdünnung der Luft zunimmt, bis sich der Phosphor endlich entzündet. Van Bemmelen *) ist der Meinung, daß diese Erscheinung einer Verbindung des Schwefels oder Harzes mit dem Phosphor zuzuschreiben sey, welche im luftleeren Raume leichter eintrete, und wobey Wärme ent-

*) Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 252 ff.

stehe, welche den Phosphor oder dessen neue Verbindung entzünde. Da aber diese Erscheinung auch erfolgt, wenn der Phosphor in Baumwolle eingewickelt wird, so scheint es doch, als wenn dadurch dieselbe noch nicht erklärt werde.

Ueber die Wirkungen des Sonnenlichtes auf den Phosphor hat Herr Vogel in Paris mehrere interessante Beobachtungen gemacht. Es leidet derselbe an diesem Lichte eine Veränderung so, daß nach den bisherigen Erfahrungen sein Gewicht keine Aenderung erfährt. Der Phosphor wird nämlich durch das Licht geröthet, und dies erfolgt nicht nur im luftleeren Raume, ja selbst in der torricellischen Leere, sondern auch im Stickstoffgas, Wasserstoffgas, gekohltem Wasserstoffgas, unter Wasser, Weingeist, Oel und andern Flüssigkeiten. Wenn man den Phosphor in Aether, Oel oder Wasserstoffgas aufgelöst, dem Sonnenlichte aussetzt, so wird er sogleich als rother Phosphor daraus ausgeschieden. Dieser Veränderung ist er sehr leicht im violetten Lichte, oder in Gefäßen vom violetten Glase unterworfen. Sehr leicht wird der Phosphor im Stickstoffgase, nicht aber im Wasserstoffgase, durch das Sonnenlicht geschmolzen; und in der torricellischen Leere sublimirt er sich in Gestalt glänzender rother Schuppen.

Nach Plac. Heinrich wallt der Phosphor in einem 12 Zoll langen Glascylinder und bey schwach gehemmter Communication mit der äußern Luft bey + 200° Reaum. auf; in freyer Luft wird er bey + 53° flüssig, wenn er in einem Gläschen von 2 Zoll Höhe und 1 Zoll Weite liegt; denn ganz im Freyen verbrennt er schon vor dem Schmelzen; in gemeiner Luft fängt er frey aufgehangen bey + 30° Feuer; in weniger reinem Sauerstoffgas fängt er Feuer in einer Bouteille von 40 Kubikzoll Luftinhalt bey + 20 oder + 18°; in gemeiner Luft hält Phosphor mit dem Leuchten aus bis + 2, auch wohl + 1°. Da alles Leuchten mit Dämpfen begleitet ist, so gelten diese Angaben auch für die Dampftemperatur des Phosphors. Die ausbrechenden Dämpfe des in einem

Glas mit enger Mündung unter Wasser erhitzten Phosphors entzünden sich bey + 78°. Phosphor unter Wasser schmilzt bey + 37½°; unter Wasser geschmolzener Phosphor wird wieder consistent bey + 32°.

Bey Wiederholung dieser Versuche fand Thomson, daß die Temperatur, bey welcher der Phosphor sich entzündet, sehr von der Reinheit desselben abhängt.

Nach Berzelius *) verbindet sich der Phosphor mit dem Sauerstoffe in verschiedenen Verhältnissen. Es sind von ihm zwey Oxyde und drey Säuren bekannt. Von den letztern s. m. den Artikel: Phosphorsäure. Der oxydirte Phosphor ist entweder weiß oder roth. Der weiße ist Phosphor-Oxydul, und entsteht auf der Oberfläche des Phosphors, wenn er unter Wasser verwahrt wird, besonders wenn er auf einer Stelle steht, wo ihn das Sonnenlicht treffen kann. Hier verbindet sich der Phosphor mit einem Theile vom Sauerstoffe des Wassers, und der Wasserstoff mit einem Theile des Phosphors wird im Wasser aufgelöst. Der rothe oxydirte Phosphor ist Phosphoroxyd. Man erhält es, wenn man ein wenig Phosphor auf einem Glase verbrennt, wobey die Stelle, wo der Phosphor lag, mit einer weißen Kruste überzogen wird, die während dem Abkühlen feucht und roth wird. Es entsteht dieses von einer kleinen Menge Phosphorsäure, welche aus der Luft Wasser an sich zieht, und mit etwas mehr Wasser weggespült werden kann, wo dann das Oxyd zurückbleibt. Dieses Oxyd ist ein rothes Pulver, das an der Luft nicht leuchtet. Bey einer höhern Temperatur kann es entzündet werden, und brennt mit gelber Flamme, verlöscht aber, wenn es aus dem Feuer heraus genommen wird. Von der Salpetersäure wird es unter Entwickelung von salpetrichtem Gase aufgelöst und in Phosphorsäure verwandelt. Die Flüssigkeiten, welche den Phosphor auflösen, lösen es nicht auf.

---

*) Lehrbuch der Chemie. Dresd. 1825. B. I. S. 195.

Aus neuern Versuchen, nach welchen der Phosphor der Wirkung einer starken galvanischen Batterie ausgesetzt wurde, schien sich zu ergeben, daß der Phosphor nicht, wie man bisher geglaubt hatte, eine einfache Substanz sey, sondern vielmehr Wasserstoff und Sauerstoff enthalte. Allein die Versuche, welche von Thenard und Gay-Lussac angestellt wurden, führten zu dem Resultate, daß der Phosphor keinen Sauerstoff, und so weit die bisherigen Untersuchungen reichen, auch keinen darlegbaren Wasserstoff enthalte.

Nach der Zeit hat aber Thenard *) neuere Versuche mit dem Phosphor angestellt, und bey gleicher Behandlung desselben gefunden, daß er nicht immer einerley Ansehen erhält. Bringt man nämlich einen Phosphorstengel in eine enge an beyden Seiten zu verschließende gläserne Röhre, worin so viel Wasser sich befindet, daß er damit ganz bedeckt ist; erwärmt man sodann die Röhre gehörig und schüttet kaltes Wasser darüber: so wird der Phosphor bald erstarren und schwarz werden. Thenard glaubte anfänglich, daß dieser Erfolg bey jeder Art Phosphor Statt finden würde; allein dies war bey Wiederholung des Versuchs der Fall nicht, vielmehr mußte, wenn derselbe Erfolg eintreten sollte, der Phosphor mehrere Male, oft zehn Mal destillirt werden. Herr Thenard weiß noch nicht, worauf der Unterschied in den Eigenschaften beruhe, welcher zwischen den beyden Arten von Phosphor Statt fände. Er konnte weder von der Gegenwart des Schwefels noch der Kohle herrühren. Da nun der Phosphor bey seiner Bereitung nur in Berührung mit diesen beyden verbrennlichen Körpern und außerdem mit Wasserstoff, mit Sauerstoff, mit Kalk und mit den Wänden der Retorte ist, es aber nicht wahrscheinlich ist, daß jener Erfolg von einem der drey letzt genannten Körper abhänge, so sehe man sich veranlaßt, ihn

*) Lehrbuch der theoretischen und praktischen Chemie. Leipzig 1825, Th. I. S. 193.

auf Rechnung des Wasserstoffs zu schreiben. Würde man aber, fragt Thenard, diese Annahme als gültig vorausgesetzt, den schwarzen oder den andern Phosphor für wasserstoffhaltig anzusehen haben? Vielleicht ließe sich zur Entscheidung hierüber so gelangen, daß man beyde vergleichungsweise der Wirkung der Volta'schen Batterie aussetzte; und sollte er sich jetzt schon für eine Meinung erklären, so würde er in dem, welcher durchscheinend bleibt, einen Wasserstoffgehalt vermuthen; weil nach Davy, wenn man durch gewöhnlichen geschmolzenen Phosphor einen Volta'schen Strom gehen lasse, gephosphortes Wasserstoffgas sich bilde.

Phosphorsäure (Zus. zu S. 879. Th. III.) Es kann der Phosphor bey zwey verschiedenen Temperaturen brennen, wobey er zwey verschiedene Säuren bildet. Brennt er in trockenem Sauerstoffgas oder in atmosphärischer Luft mit einer hellen Flamme, so setzt sich in verschlossenen Gefäßen der dicke Rauch in weißen Flocken als wasserfreye Phosphorsäure an den Wänden der Gefäße an, welche aber bis jetzt noch wenig gekannt ist. Die gewöhnliche Phosphorsäure ist vielmehr wasserhaltige Phosphorsäure, welche beym gehörigen Erkalten einem durchsichtigen Glase gleicht. Nach Berzelius besteht diese Phosphorsäure aus 44 Theilen Phosphor und 56 Theilen Sauerstoff, oder 100 Theile Phosphor vereinigen sich mit 127,45 Theil Sauerstoff. Nach H. Davy Bestimmung vom Jahre 1818 ist die Phosphorsäure zusammengesetzt aus 100 Theilen Phosphor und 134,5 Sauerstoff. Dies Verhältniß bestimmte er mit Hülfe folgender Operation: Er verbrannte den Phosphordampf, indem derselbe aus einer kleinen Röhre hervordrang, welche in einer mit Sauerstoffgas angefüllten Retorte angebracht war.

Wenn der Phosphor bey einer nicht über + 20° ansteigenden Wärme der freyen Luft ausgesetzt wird, so leuchtet er mit einem blassen und schwachen Scheine, und giebt einen weißen, knoblauchartig riechenden Rauch von

sich, welcher aus der Luft Wasser anzieht, sich damit verdichtet, und eine schwarze flüssige Säure bildet, welche **phosphorichte Säure** (acidum phosphorosum, acide phosphoreux) genannt wird. Man gewinnt sie auf folgende Art: man hängt kleine Stückchen Phosphor an Drähte über einen Glastrichter so auf, daß sie frey hängen, und keins das andere berührt; der Trichter wird in die Oeffnung einer Flasche gestellt, diese in ein Wasserfaß gesetzt und über dieselbe eine tubulirte Glasglocke gestürzt. Der Phosphor oxydirt sich hierbey zur phosphorichten Säure, welche allmählich durch den Trichter in die Flasche hinabtröpfelt. Nach Davy soll man wasserfreye phosphorichte Säure erhalten, wenn der Phosphor bey mäßiger Hitze in verdünnter Luft brennt. Diese Säure bildet eine weiße Masse und ist flüchtig. Noch eine andere Art phosphorichte Säure zu erhalten, hat ebenfalls Davy angegeben. Wenn nämlich Phosphor und ätzender Sublimat bey einer sehr hohen Temperatur auf einander wirken, so erzeugt sich eine Flüssigkeit, welche Phosphor-Protochlorid heißt. Ein Zusatz von Wasser verwandelt diese Flüssigkeit in Salzsäure und phosphorichte Säure. Eine mäßige Hitze reicht zu, erstere aufzutreiben, und letztere bleibt mit dem Wasser verbunden.

Nach Davy ist die phosphorichte Säure zusammengesetzt aus 57,143 Theilen Phosphor und 42,857 Sauerstoff; nach Berzelius aus 56,67 Theilen Phosphor und 43,33 Sauerstoff. Uebrigens bemerkt Berzelius, daß man allen Grund zu vermuthen habe, daß die beyden vorgenannten Phosphorsäuren sich mit einander verbinden könnten, und daß das, was man vor Davy als phosphorichte Säure betrachtet habe, eigentlich nichts anders, als eine solche Verbindung gewesen sey.

Thenard fand, daß in der Phosphorsäure, welche durch das Leuchten des Phosphors in feuchter Luft gebildet wird, 100 Theile Phosphor, also weniger, als in der Phosphorsäure, und mehr, als in der phosphorichten

Säure, aufnehmen. Ob dies aber eine eigene chemische Verbindung, oder eine gleichzeitige Bildung und ein dadurch entstehendes Gemenge sey, ist bis jetzt noch nicht durch entscheidende Versuche ausgemacht.

Von Dulong [α]) wurde noch eine dritte Säure des Phosphors entdeckt, welche noch weniger Sauerstoff als die phosphorichte Säure enthält, und acide hypophosphoreux (unterphosphorichte Säure) genannt wird. Man gewinnt sie, wenn man die sogenannten Phosphoralkalien auf das Wasser wirken läßt. Wenn man z. B. Phosphor-Baryt in Wasser wirft, so erfolgt ein Aufbrausen, und das Wasser wird zersetzt; ein Theil des Phosphors verbindet sich mit dem Sauerstoffe, und ein anderer Theil desselben bildet mit dem Wasserstoffe Phosphor-Wasserstoffgas und entweicht als solches; aus der dadurch entstandenen phosphorsauren Baryterde wird dieselbe, nach Abscheidung des nicht aufgelösten Rückstandes auf dem Filtrum, durch verdünnte Schwefelsäure sehr leicht niedergeschlagen. Die hypophosphorichte Säure bleibt dabey in der Auflösung zurück, und kann durch vorsichtige Abdunstung bis zur Stärke eines dünnen Syrups concentrirt, aber zum Krystallisiren nicht gebracht werden. Diese Säure hat einen beißenden und scharfen sauren Geschmack. Sie verbindet sich mit den Alkalien, Erden und Metallen zu eigenen Salzen, welche sich im Allgemeinen durch ihre große Leichtauflöslichkeit auszeichnen, so daß selbst diejenigen Körper, welche mit den beyden andern Phosphorsäuren schwer auflösliche Salze geben, mit dieser leichtauflösliche bilden. Nach Dulong ist diese Säure zusammengesetzt aus 72,75 Theilen Phosphor, und 27,25 Sauerstoff.

M. s. Berzelius Lehrbuch der Chemie. Erster Band. Dresd. 1823. 8. S. 464 ff.

Photometer (Zus. z. S. 886. Th. III.). Der Graf v. Rumford [β]) hat nach der Zeit noch ein einfacheres

α) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phys. B. XVIII. S. 164 ff.
β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLV. S. 349 f.

Photometer angegeben, welches er bey Vergleichung der aus Lichtflammen ausfließenden Lichtmengen für sehr gut fand. Seine Einrichtung ist folgende: In der Mitte der obern Fläche eines hölzernen aus Brettern zusammengesetzten Würfels von 8 Zoll Seite, der mit schwarzem Papier überzogen ist, befindet sich ein schwaches senkrecht stehendes Bret von 4 Zoll Breite, 6 Zoll Höhe und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, welches auf einer Seite mit weißem Papiere überklebt ist. Auf dieser weißen Fläche ist in der Mitte, mit Dinte und Feder eine schmale schwarze Linie von oben herunter gezogen, welche diese Fläche halbirt. Vor dieser weißen Fläche stehen, in der Entfernung von 4,2 Zoll, zwey kleine, schwarz angestrichene hölzerne Stäbe, von 4 Zoll Höhe und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Diese kleinen cylindrischen Stäbe sind 3,2 Zoll von einander entfernt und stehen in zwey Löchern fest, welche für sie in der obern Fläche des Würfels gebohrt sind. Sie sind gleich weit, nämlich 3 engl. Zoll von der schwarzen Vertikallinie entfernt, welche die Mitte der weißen Fläche des Photometers angiebt.

Die Anwendung dieses kleinen photometrischen Werkzeugs geschieht folgender Maaßen: Nachdem man in einem finstern Zimmer drey kleine Tische 7 bis 8 Fuß von einander so gestellt hat, daß sie die drey Scheitelpunkte eines gleichseitigen Dreyecks einnehmen, werden das Photometer auf den einen Tisch, und die beyden Lampen auf die beyden andern Tische gestellt, und man sorgt dafür, daß die Flammen der Lampen und die Mitte der weißen Fläche des Photometers sich in einerley Höhe oder in einer horizontalen Ebene befinden. Der Beobachter setzt sich vor dem Photometer, den Rücken gegen die Lampen gekehrt und richtet das Instrument gegen die beyden Lampen so, daß die Strahlen ihrer Flammen auf die weiße Fläche unter gleichen Einfallswinkeln auffallen, und daß die zwey innern, von den beyden Stäben gebildeten Schatten sich bey der schwarzen Vertikallinie in der Mitte der Fläche berühren, ohne sich mit einander zu vermischen.

Die beyden äußern Schatten fallen außer der Fläche des Photometers und werden also nicht gesehen. Statt der Tische, auf welchen die beyden Lampen stehen, gebrauchte v. Rumford zwey 12 Fuß lange, mit dem Photometer verbundene Lineale, auf welchen er den Skalen zuletzt eine solche Einrichtung gab, daß er von ihnen unmittelbar und ohne Rechnung die relativen Intensitäten der beyden Lichter ablesen konnte. Sie wurden nämlich in gleiche Theile getheilt; der erste Theilstrich steht 10 Zoll weit von der Mitte des Feldes ab, auf welches sich die Schatten projiciren, wenn der Apparat zum Versuche fertig ist, und wird mit 10 bezeichnet. Bey den übrigen Theilstrichen dieser Licht-Skale kommen Zahlen zu stehen, welche sich wie die Quadrate des Abstandes des Theilstrichs von jener Mitte verhalten. Nur das eine Licht wird so lange verschoben, bis es mit dem andern unverrückten die Dichtigkeiten der beyden Schatten vollkommen gleich macht. Ist das letztere der Fall, so geben die Zahlen an der Licht-Skale das Verhältniß der Lichtmengen an, welches die Lichtflammen aussenden.

Noch ein anderes Photometer hat Herr Prof. Lampadius *) angegeben. Es besteht dieses in einem Cylinder von Pappe oder Holze zwey Zoll im Durchmesser und von einem Schuh Länge. In diesem bewegt sich, wie in Perspektiven, ein zweyter Cylinder auf und nieder. Das äußere vom Auge entferntere Ende des innern Cylinders ist mit einer weißen Glasscheibe belegt. Auf diese werden, wenn man das Licht der Sonne oder Licht eines chemischen Prozesses beobachten will, Scheiben von mäßig getrübtem Beinglase oder von Horn, welches zu Nachtlaternen gebraucht wird, gelegt, welches in einem schwachen Grade durchscheinend ist, bis das Licht bis auf den letzten Schimmer gedeckt ist. Je mehrere solche Scheiben zur völligen Deckung des Lichtes gebraucht werden, um so stärker ist der Grad des Lichtes, wobey die

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. X. S. 124. 406.

Zahl der Grade durch die Zahl der zur Deckung gebrauchter Scheiben angegeben wird. Bey dieser ersten Einrichtung des Werkzeuges war noch die genaue Bestimmung der Grade der Lichtmessung etwas schwankend. Um also dies Photometer correspondirend mit andern seines gleichen zu machen, gab Herr Lampadius demselben folgende Einrichtung *): Er richtete 8 bis 10 weiße mit Sauerstoffgas gefüllte Glasflaschen ein, und verbrannte nach und nach in jeder Flasche Sauerstoffgas einige Gran Phosphor. Diese Verbrennung geschah jedes Mal auf einem genau bezeichneten Platze des Experimentirtisches. In der Entfernung von zwey Fuß wurde nun das Photometer aufgestellt, und so lange Beinglas- oder Horn-Scheiben eingelegt, bis das Licht des in Sauerstoffgas brennenden Phosphors nicht mehr erkannt wurde. Die hier gebrauchten Scheiben wurden nun nicht mehr gezählt, sondern durch ein Meßinstrument wurde die Länge des aus Scheiben zusammengesetzten Cylinders genau gemessen, und in 100 Grade abgetheilt, so daß also 100 der höchste Lichtpunkt ist, und die Finsterniß den Nullpunkt für dieses Instrument abgiebt. Für diese letztere Einrichtung war es also nicht mehr nöthig, Scheiben von gleicher Dicke zu nehmen, auch kann der eine zu seinem Werkzeuge etwas dunkeleres, ein anderer etwas lichteres Horn, oder Beinglas u. dergl. wählen; wenn nur sämmtliche Scheiben von einerley durchscheinender Masse sind, und der äußerste Lichtpunkt nach dem Verbrennen des Phosphors genommen, und nun der Zwischenraum in 100 gleiche Theile getheilt wird. Gebrauchte Lampadius Scheiben von Beinglas, so legte er jedes Mal 10 solcher Scheiben zusammen, und verband sie an den Außenseiten mit schwarzem Siegellack. Dadurch wurden kleine Cylinder von Beinglas mit einem schwarzen Ueberzuge an der langen Außenseite gebildet, wodurch auch zugleich der Vortheil entstand, daß durch die Außenseite

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. B. XI, S. 361.

der Cylinder auch nicht das geringste von fremdem Licht eindringen konnte. Neben diesen Cylinderstücken ließ er nun noch zur Angabe der einzelnen zwischen die zehnscheibigen Cylinder fallenden Grade 25 Scheiben von der Dünne, daß der aus ihnen zusammengesetzte Cylinder dieselbe Länge als einer von 10 Scheiben hatte, unverbunden. Nun bestimmte er den höchsten Lichtpunkt ebenfalls durch Verbrennung des Phosphors in weißen mit Sauerstoffgas gefüllten Flaschen. Zur Deckung des Phosphorlichtes gebrauchte er drey Cylinder und 24 einzelne Scheiben, worauf die Länge des ganzen Cylinders in 100 gleiche Theile getheilt wurde. Die Beobachtungen, welche Herr Lampadius mit dem Beinglas-Photometer und dem Horn-Photometer zu gleicher Zeit anstellte, zeigten, daß beyde Instrumente sehr correspondirend waren.

Physik (Zus. z. S. 900. Th. III.). Die außerordentlichen Fortschritte, welche seit der Entdeckung des Galvanismus in der gesammten Naturlehre sind gemacht worden, beweisen offenbar, daß die Physik und die Chemie schwesterlicher mit einander verbunden sind, als man vormals glaubte. Es ist durchaus nicht möglich, die Naturerscheinungen gründlich zu erkennen, wenn man nicht in der Chemie die nöthigen Kenntnisse erlangt hat. Die Ineinanderwirkungen der verschiedenen Materien, welche in Berührung kommen, geben eine unendliche Menge Erscheinungen in der Natur, welche einen vorzüglichen Gegenstand der Physik ausmachen. Mit den Fortschritten in der Chemie schreitet daher auch im gleichen Maaße die Physik fort. Es lassen sich folglich zwischen der Physik und der Chemie gar keine bestimmte Grenzen festsetzen. Da ferner alle Veränderungen der Naturkörper außer uns nur in Raum und Zeit Statt finden können, und die Untersuchung des erstern Objekt der Mathematik ist; so sieht man, daß zur gründlichen Kenntniß der Physik Chemie und Mathematik ganz unentbehrlich sind, und daß derjenige eine desto tiefere Kenntniß

in der Physik besitzt, je größer seine Kenntnisse in der Mathematik und Chemie sind. Unser Geist hat überdem mit der Außenwelt eine solche bewundernswürdige Verbindung, daß er die durch die Sinne aufgefaßten Vorstellungen von den Körpern selbstthätig zergliedern und die Gründe, auf welchen die Erscheinungen in der Natur beruhen, zu entwickeln vermag, welches ein Gegenstand der Philosophie ist. Zu einer wissenschaftlichen Naturforschung muß daher auch der Naturforscher das Studium der Philosophie nicht versäumen; denn selbst die Möglichkeit der Mathematik, einer Wissenschaft, die jeder Mensch als unbedingt wahr erkennen muß, beruht auf Grundsätzen der Philosophie. Ein Physiker, welcher diesen Namen mit Recht und Ehren verdienen will, muß daher außer den gewöhnlichen naturhistorischen Kenntnissen der Körper, Mathematik, Chemie und Philosophie in der größtmöglichsten Vollkommenheit studiren. Mit diesen Kenntnissen ausgerüstet sind auch in den neuesten Zeiten sehr merkwürdige und interessante Entdeckungen in der Physik gemacht worden. Aus der glänzenden Entdeckung des Galvanismus entwickelte Volta seine bekannte Säule, welche durch die Bemühungen vieler achtungswürdiger Männer in dem Gebiete der Chemie ein vorzügliches Werkzeug zur tiefern Ergründung der chemischen Verbindungen, zur größern Erhellung der sogenannten Imponderabilien, und zur nähern Kenntniß des noch so tief verborgenen Magnetismus geworden ist. Ueberdem wurden auch die Ansichten eines Richter über die Anwendung der Mathematik auf die Bestimmung der Mischungsverhältnisse, welche beynahe in Vergessenheit gekommen waren, besonders durch die Bemühungen des Herrn Berzelius einer neuen Untersuchung unterworfen, und dieser chemisch-mathematische Theil in der Chemie veranlaßte die sogenannten stöchiometrischen Betrachtungen, welche ein weites und wichtiges Feld zu bebauen eröffnet haben. Von allen diesen und andern neuen wichtigen Entdeckungen findet man das wesentlich

Nothwendigste in verschiedenen Artikeln dieses Wörterbuchs.

Von der sehr großen Anzahl der neuern Lehrbücher der Physik führe ich blos die von J. T. Mayer α), E. G. Fischer β), Tib. Cavallo γ), J. G. F. Schrader δ), J. Ph. Neumann ε), Fr. Hildebrandt ζ), G. G. Schmidt η), J. J. Fries θ), Parrot ι), B. Scholz κ), F. Kries λ), J. B. Tromsdorff μ), G. F. Biot ν), G. W. Muncke ξ) und C. W. G. Kastner ο) an.

Die von Zeit zu Zeit gemachten Entdeckungen findet man in den Zeitschriften von L. W. Gilbert π), Gehlen ρ), Schweigger σ), A. N. Scherer τ), Arago

---

α) Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen.

β) Lehrbuch der mechanischen Naturlehre. Berlin.

γ) Handbuch der Experimental-Naturlehre, aus dem Engl. übersetzt von Tromsdorf. Erfurt 1806. 4 Bände. 8.

δ) Grundriß der Experimental-Naturlehre u. s. w. Neue von W. Gilbert umgearbeitete Auflage mit vielen Figur. Hamb. 1822. 8. Dritte Auflage.

ε) Lehrbuch der Physik. I. Theil. Wien 1818. 8.

ζ) Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre. Erlang. 1807. 8.

η) Handbuch der Naturlehre. Gießen 1813 8. 2te Aufl.

θ) System der theoretischen Physik. Heidelberg 1812. 8.

ι) Grundriß der theoretischen Physik. I-III. Theil, Riga u. Leipz. 1811. 1815. 8.

κ) Anfangsgründe der Physik. Wien 1816. 8.

λ) Lehrbuch der Physik für gelehrte Schulen. Jena 1816. 8.

μ) Grundriß der Physik. Gotha 1817. 8.

ν) Traité de physique experimentale et mathematique. Tom. I-IV. à Paris 1816. 8. Dessen Lehrbuch der Experimental-Physik oder Erfahrungs-Naturlehre dritte Aufl. übersetzt von M. Theod. Fechner. 1-4 Band. Leipz. 1825. 8.

ξ) Anfangsgründe der Experimentalphysik &c. Heidelberg 1819. 8.

ο) Grundriß der Experimentalphysik. I. u. II. Band. 2te verm. und verbeß. Aufl. Heidelberg 1820. 8.

π) Annalen der Physik, wird fortgesetzt von Poggendorf.

ρ) Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. Berlin 1810. IX. B. gr. 8.

σ) Journal für Chemie und Physik, wird fortgesetzt.

τ) Allgemeine nordische Annalen der Chemie u. s. w. St. Petersburg 1819. 8.

und Gay-Lussac α), Thomson β), Kastner γ), Brugnatelli δ), Bode ε) und andere.

Platina (Zus. z. S. 916. Th. III.). Herr Vauquelin ζ) hat das Platin auch in den Silbererzen von Guadalcanal in Spanien entdeckt. Das platinhaltige Silber ist grau, und hat viele Aehnlichkeit mit dem Fahlerz. Es enthält Kupfer, Bley, Antimon, Eisen, Schwefel, Silber und bisweilen Arsenik. Indessen scheint das Platin in den Silbererzen von Guadalcanal in sehr veränderlicher Menge vorzukommen. Der Herr Berzelius erhielt von dem Abbé Herrn Hauy eine kleine Portion dieses platinhaltigen Silbererzes zur Untersuchung; allein er konnte nicht die geringste Spur von Platin darin auffinden. Andere Proben gaben aber dem Herrn Vauquelin für die Menge desselben zehn Procent.

Auch wurde in den neuern Zeiten entdeckt, daß das Platinerz außer Eisen und Chrom noch vier andere neue Metalle enthalte, nämlich das Palladium, das Iridium, das Osmium und das Rhodium, wovon die einzelnen Artikel dieser Metalle nachzusehen sind. Hieraus erhellet nun aber auch, daß dasjenige Platinmetall, welches man vormals zur Verarbeitung mancherley Gefäße angewandt hat, nicht ganz reines Platinmetall gewesen ist. Um das Platinmetall ganz rein zu gewinnen, sind von den neuern Chemikern mehrere Methoden angegeben; die zuverlässigste unter denselben soll die von T. Cock angegebene seyn: es wird nämlich das rohe Platin in Salpetersalzsäure aufgelöst, mit salzsaurem Ammonium gefällt,

---

α) Annales de chimie et de physique, wird fortgesetzt.
β) Annals of philosophy; or a magazine of Chimistry etc. London 1813. wird fortgesetzt.
γ) Archiv für die gesammte Naturlehre. Nürnberg 1824. 8. wird fortgesetzt.
δ) Giornale di Fisica, Chimica e storia naturale etc. Pavia 1808. Tom. I - X.
ε) Astronomisches Jahrbuch ꝛc. jährlich ein Band. Berlin 8.
ζ) Annales de Chimie T. LX. p. 317. suiv. übers. in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. II. 694 ff.

und der Niederschlag, Platinsalmiak genannt, geglüht, wodurch die Säure und das Alkali ausgetrieben, und das Metall in einen schwammigen Zustand zurückgeführt wird; dieses Metall bringt man in einer parallelepipedischen Form unter eine Münzpresse und giebt einen starken Schlag darauf, wornach man es abermals glühet und die Zusammenpressung erneuert, bis das Metall hinreichenden Zusammenhang erlangt hat; zuletzt wird es mit einem Hammer zusammengeschlagen. **Wollaston** war der erste, welcher die Kunst besaß, das Platin ohne Arsenik schmiedbar zu machen; aber es ist von ihm die Art, es zu bewerkstelligen, nicht bekannt gemacht worden. Fast mit einer unglaublichen Feinheit wurden von ihm Platindrähte verfertigt. Er machte eine Form für einen Silberdraht, setzte genau in die Mitte derselben einen Platindraht ein, und füllte die Form mit geschmolzenem Silber aus; der Draht wurde nun möglichst ausgezogen, und der Ueberzug von Silber durch Scheidewasser hinweggenommen. Durch dieses Verfahren war es leicht, Platindrähte zu erhalten, die $\frac{1}{4000}$ bis $\frac{1}{5000}$ Zoll im Durchmesser hatten. Ja **Wollaston** erhielt Platindraht von $\frac{1}{30000}$ Zoll im Durchmesser; allein bey dieser Feinheit war es doch unmöglich, Draht von einiger Länge zu erhalten.

Zum Sauerstoff hat das Platin wenig Verwandtschaft. Es oxydirt sich weder an der Luft noch im Sauerstoffgas, bey welcher Temperatur es auch seyn mag, und seine Oxyde werden gewöhnlich, noch ehe sie glühen, reducirt. Wenn aber ein Platindraht vor der Flamme von Sauerstoffgas oder mit dem **Newmann**'schen Gebläse geschmolzen wird, so wirft er Funken, welche denen vom brennenden Eisen ähneln. Es ist jedoch ungewiß, ob diese Erscheinung nicht eher ein Umhersprühen des kochenden Metalls, als eine Verbrennung ist. Die einzige Art, es mit Sauerstoff zu verbinden, besteht darin, dasselbe in ein Gemenge von Salpetersäure und Salzsäure aufzulösen. Nach Herrn **Berzelius** sind mit

Sicherheit zwey Oxydationsstuffen bekannt, Oxydul und Oxyd.

Das Oxydul gewinnt man, wenn salzsaures Platinoxydul bey gelinder Wärme mit einer Lauge von kaustischem Kali digerirt wird. Es wird dann als ein kohlenschwarzes Pulver abgeschieden. Ein Theil des Oxyduls löst sich in der überschüssigen Lauge mit schwarzer oder schwarzgrüner Farbe auf, und kann daraus durch Schwefelsäure ausgefällt werden, und ein zweyter Theil wird zerlegt, wenn man die Lauge stark erhitzt, wobey es Oxyd bildet, welches sich auflöst, und metallisches Platin bildet. Es enthält Wasser, und giebt, wenn es in einer Retorte erhitzt wird, Wasser und Sauerstoffgas. Mit brennbaren Stoffen, bis nahe zum Glühen erhitzt, verpufft es schwach. Es wird nur langsam in Säuren aufgelöst. Die mehrsten zersetzen es in Oxyd, welches aufgelöst wird, und in Metall. 100 Theile Platin nehmen darin 8,225 Theile Sauerstoff auf, oder das Oxydul besteht aus 92,40 Theilen Metall und 7,60 Theilen Sauerstoff.

Um das Platinoxyd zu erhalten, muß man schwefelsaures Oxyd mit salpetersaurer Baryterde zersetzen, filtriren, und mit kaustischem Kali oder Ammoniak niederschlagen, wobey nur die Hälfte des Oxyds niedergeschlagen werden darf, weil das nachher sich Abscheidende ein basisches Salz ist, welches im Trocknen eine weiße Farbe annimmt. Das Oxyd wird als ein helles, gelbbraunes, voluminöses Pulver niedergeschlagen, welches im Trocknen unbedeutend dunkler wird, wobey es eine Rostfarbe erhält und dem Eisenoxydulhydrat sehr ähnelt. Dieser Niederschlag ist das Hydrat des Oxyds. In einer Retorte erhitzt wird es dunkelbraun oder beynahe schwarz und giebt Wasser ab. Bey einer höhern Temperatur wird es in metallischen Zustand zurückgebracht, wobey sich Sauerstoffgas entwickelt.

Edm. Davy *) entdeckte ein Knallplatin, welches an Heftigkeit der Verpuffung dem Knallgolde nicht nachsteht. Er bereitete dasselbe auf folgende Art: Es wurde Platin aus salzsaurem Ammoniakplatinsalz durch Erhitzung bis zum Rothglühen reducirt in Königswasser aufgelöst, die Auflösung zur Trockniß verdunstet, der Rückstand wieder im Wasser aufgelöst, und das Platin daraus geschwefelt niedergeschlagen durch einen in die Flüssigkeit geleiteten Strom von Schwefelwasserstoffgas. Dies Schwefelplatin wurde digerirt mit Salpetersäure bis es in schwefelsaures Platin verwandelt war. Ein wenig Ammoniak diesem flüssigen schwefelsauren Platin beygesetzt, fällte einen Niederschlag, welcher abgesondert und gewaschen in einer Florenzer Flasche zugleich mit einem Antheil Kalilauge gebracht wurde. Derselbe einige Zeitlang gekocht, durchs Filtrum abgesondert, gewaschen und getrocknet, war **Knallplatin**.

Diese Knallsubstanz ist ein braunes Pulver von verschiedener Schattirung und zuweilen sehr dunkel, je nachdem die Umstände bey ihrer Bereitung verschieden sind. Sie ist specifisch leichter als Knallgold, explodirt heftig bey Erhitzung zu 400°, welches auch die Temperatur ist, wobey Knallgold explodirt; verpufft dagegen nicht bey Reibung oder Stoß, ist endlich ein Nichtleiter der Elektricität, weswegen durch die Wirkung der **Volta**'schen Batterie keine Explosion hervorgebracht werden kann. Eine Metallplatte wird eingerissen, wenn Knallplatin darüber verpufft auf dieselbe Art, wie vom Knallgold. Explodirt zwischen zwey Platten wirkt es am heftigsten auf die untere. Sie löst sich in Schwefelsäure ohne irgend eine Gasentwickelung auf, die Auflösung ist sehr dunkel gefärbt. Salpetersäure und Salzsäure wirken nur wenig auf dasselbe ein; aber durch Chlor wird es zersetzt und umgewandelt in salzsaures Ammoniak und in salzsaures

---

*) *Thomson's* Annals of philosophy. 1817. März. S. 229. übers. in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XIX. S. 91.

Platin. Ammoniakgas zeigt keine Einwirkung. Erhitzt im salzsauren Gas wird es in salzsaures Ammoniak und in salzsaures Platin verwandelt. Der Luft ausgesetzt verschluckt das Knallplatin etwas Feuchtigkeit, erleidet aber keine Umänderung in seinen Eigenschaften. Nach Davy ist es zusammengesetzt aus

grauem Platinoxyd	82,5
Ammoniak	9,0
Wasser	8,5
	100,0

Eine besonders merkwürdige Eigenschaft des Platins ist, daß es in seinem schwammigen Zustande das Wasserstoffgas durch bloße Berührung bestimmt, sich mit Sauerstoffgas zu Wasser zu verbinden, welches von Doebereiner entdeckt wurde: Man sehe: Lampe, elektrische. Th. IX. S. 604 ff.

Die Schwierigkeit, reines Platin im schmiedbaren Zustande zu erhalten, macht dieses Metall etwas theuer; indessen ist es doch noch etwas wohlfeiler als Gold, und kommt im ausgearbeiteten Zustande etwa dem Werthe von 4½ Mal so viel als 14löthiges Silber gleich. Sonst ist es aber wegen seiner Unveränderlichkeit im Feuer, seiner Unauflöslichkeit in den meisten Säuren und seiner Eigenschaft in geschmiedetem Zustande, nicht vom Schwefel und Quecksilber angegriffen zu werden, vorzüglich brauchbar zu verschiedenen chemischen Werkzeugen und Kochgefäßen, besonders zu Tiegeln. Bedient man sich aber der Platintiegel, so muß man dabey zu ihrer Erhaltung folgendes beachten: 1. muß man weder Salpeter noch kaustisches Alkali darin schmelzen; denn diese bilden, wenn auch die Luft ausgeschlossen wird, Platinoxydul, welches mit schwarzgrüner Farbe im Alkali aufgelöst wird, und in offener Luft in Platinoxyd sich umändert; 2. muß man darin keine Mischungen vornehmen, welche Salzsäure-Superoxydul entwickeln können; 3. muß man darin keine solche Mischung glühen, wo ein Metall oder Phos-

phor reducirt werden kann, z. B. keine Metallsalze, welche Pflanzensäuren enthalten; denn diese verbinden sich dann mit dem Platin, und wenn sie mit Säuren ausgezogen werden, folgt das Platin mit, und es entsteht eine Grube im Tiegel; 4. muß man beym Glühen von Metalloxyden den Tiegel nicht bis zum Weißglühen kommen lassen, wenn er solche Oxyde enthält, die zum Sauerstoff schwächere Verwandtschaft haben; z. B. Oxyde von Bley, Wismuth, Kupfer, Kobalt, Nickel, Antimon; denn diese Oxyde, welche für sich selbst nicht reducirt werden, nehmen jetzt, in Berührung mit dem Platin, metallische Form an, und legiren die innere Seite des Metalls. 5. Muß man die Kohlen, wenn der Tiegel stark geglüht ist, nicht mit demselben in Berührung kommen lassen; denn nach und nach wird das Metall davon, durch die gemeinschaftliche Einwirkung der Asche und der Kohlen, mehr und mehr mit Silicium verbunden, und nachdem der Tiegel einige Jahre im Gebrauche gewesen ist, fängt er an spröde zu werden und bekommt Risse.

Von dem Platinoxyd hat Herr **Klaproth** *) in der Porzellanmahlerey mit Erfolg Anwendung gemacht. Es läßt sich dadurch dem Porzellan ein silberweißer, unmerklich ins Stahlgrüne übergehender metallischer Ueberzug geben. Auch zum Ueberziehen kupferner Gefäße hat man sich des Platins bedient. Man nimmt hierzu den Niederschlag, der durch Salmiak aus der Auflösung des Platins in salpetrichter Säure gefällt wird. Die schwammige metallische Substanz wird in einem erwärmten Mörser mit 5 Theilen Quecksilber zusammengerieben, dieses Amalgama auf die sorgfältig gereinigte Kupferfläche aufgetragen, und dann das Quecksilber durch Hitze verflüchtigt, welche zu gleicher Zeit die Adhäsion des Platins an das Kupfer befördert. Auch hat **Cooper** angeführt,

*) In den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissensch. Berlin 1795. S. 12-15.

daß der Niederschlag, welchen man aus einer Auflösung von Platin mit salpetersaurem Quecksilberoxydul erhält, nach dem Trocknen und der Sublimation des gefällten salzsauren Quecksilbersalzes, mit gewöhnlichem Straß oder Fluß das reinste schwarze Email giebt.

M. s. **Berzelius** Lehrbuch der Chemie B. II. erste Abtheil. S. 262 ff. **Klaproth's** und **Wolff's** chemisches Wörterbuch: Art. Platina mit den Supplementen. Ure Handwörterbuch der praktischen Chemie. Weimar 1825. 8. Artik. Platina.

Pneumatisch-chemischer Apparat (Zus. z. S. 17. Th. IV.). Wenn mit gleichzeitiger Entwickelung gasförmiger und tropfbarflüssiger Produkte zugleich auch die Absorption der erstern in irgend einer andern tropfbaren Flüssigkeit beabsichtigt wird, so ist zu solchen Arbeiten ein eigener pneumatischer Apparat von **Woulf** angegeben worden. Es besteht derselbe nebst der Retorte in einem gläsernen tubulirten Ballon A (fig. 17.), und mehrern Flaschen B, C, D. Der Ballon A ist dabey durch das ungleich schenklichte Rohr E mit den Flaschen, und diese unter sich sind wieder durch die ungleich schenklichten Röhren F, G, H so verbunden, daß immer der kürzere Schenkel mit der vorhergehenden Flasche zusammenhängt. In den Flaschen wird Wasser, oder überhaupt diejenige Flüssigkeit eingefüllt, welche zur Absorption der gasförmig übergehenden Theile bestimmt ist. Wenn nun die Ausströmung der entwickelten Produkte aus der Retorte anfängt, so verdichtet sich die tropfbare Flüssigkeit im Ballon, die gasförmigen Theile aber sind gezwungen, sich durch die Verbindungsröhre auszudehnen, wobey sie durch die längern Schenkel I, K, L in das Wasser einströmen, und mithin, wenn auch einige Theile von dem Wasser der ersten Flasche B nicht aufgenommen werden sollten, denn doch in der zweyten und dritten Flasche zur Absorption eine günstige Gelegenheit finden müssen; welche nöthigen Falls auch noch dadurch befördert werden kann,

daß man die Flaschen in eigene Kühlgefäße, die hier punktirt sind, stellt, und mit Wasser, Schnee und Eis umgiebt. Werden bey solchen Operationen zugleich auch mit der eingefüllten Flüssigkeit nicht verbindbare Gasarten entwickelt, so können sie sogleich mit der ausgedehnten Luft durch die zu dieser Absicht offen bleibende letzte Mündung der letzten Flasche entweichen, oder nöthigen Falls auch, durch Verbindung der letzten mit einer pnevmatischen Wanne Z aufgefangen werden.

Bey diesem Woulf'schen Apparate kann es geschehen, daß die in demselben enthaltenen Dämpfe entweder bey sehr großer Hitze plötzlich vermehrt, oder durch Abkühlung oder Absorption plötzlich verdichtet, mithin vermindert werden, wobey jederzeit der Apparat, oder wenigstens die zweckmäßige Ausführung des Versuchs gefährdet ist; denn im erstern Falle können die Gefäße durch eine übermäßige Spannung der Dämpfe zersprengt werden, im zweyten Falle dagegen kann durch den atmosphärischen Druck die Flüssigkeit aus der dritten Flasche durch die Verbindungsröhre G in die zweyte, und aus dieser in die erste Flasche u. s. f. übergetrieben werden, und mithin, wenn auch kein anderer Schaden geschehen sollte, doch wenigens die Arbeit unterbrechen. Um nun solchen Uebeln vorzubeugen, werden in den dritten Hülsen der vorgelegten Flaschen getrichterte Röhren, Sicherheitsröhren N, O, P, eingesetzt, durch welche im ersten Falle die durch die Spannung der Dämpfe gedruckte Flüssigkeit aufsteigen, im äußersten Falle auch ausströmen, oder im zweyten Falle der Uebertritt der Flüssigkeit aus einer Vorlage in die andere, und mithin die Vermischung des Inhalts verhütet werden kann, weil eben durch diese Röhren die Gelegenheit zur Einströmung der Luft, und folglich zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes dargeboten ist.

Noch besser dienen zu dieser Absicht die Welter'schen Sicherheitsröhren, welche auf den Verbindungsröhren, wie bey Q und R, aufgeschmolzen werden. Diese sind

zuerst abwärts und dann wieder aufwärts gebogen und in S mit einer kugelförmigen Erweiterung, in T aber mit einem Trichter versehen. Beym Gebrauch werden sie mit Wasser, Oel oder Quecksilber so weit gefüllt, daß die Kugel kaum zur Hälfte voll wird. Wenn nun während der Operation im Apparat eine Spannung entsteht, so werden die Dämpfe durch das in der Kugel befindliche Wasser oder Quecksilber eben sowohl einen Ausweg finden, als im entgegengesetzten Falle bey entstandener Volumsverminderung der im Apparate befindlichen Dämpfe, die atmosphärische Luft eindringen kann, ohne daß dadurch die Absperrung des Apparats aufgehoben wird.

Diesen Sicherheitsröhren sind auch die Welter'schen Trichter ähnlich, welche angewandt werden, um in verschlossene Apparate Flüssigkeiten nach und nach einzufüllen, ohne daß gleichzeitig die in den Apparaten etwa entstehenden Dämpfe, wie bey dem Gebrauche des gemeinen Trichters, ausströmen können. Ein solcher findet sich auf der Retorte bey W. Er wird bey der Anwendung in die Tubulatur eingekittet, und es ist nun leicht zu begreifen, daß nicht nur, wenn durch diesen Trichter irgend eine Flüssigkeit eingefüllt wird, ein Theil derselben jedesmal in dem umgebogenen Theile W zurückbleiben, sondern auch, wenn im Apparate eine Spannung entsteht, den Dämpfen einen Ausweg darbieten müsse.

Da bey allen diesen Vorsichtsmaaßregeln der Woulf'sche Apparat nicht leicht zu transportiren, und überdem leicht zerbrechlich war, so erdachte Herr R. Hare *) einen neuen pnevmatischen Apparat, welcher einen kleinen Raum einnimmt, und alle übrige Vortheile in sich vereint. Die Flaschen, welche nach der Woulf'schen Einrichtung neben einander stehen, sind hier durch eine einfache Einrichtung in einander gebracht, und die verschiedenen, sonst nöthigen Lutirungen sind hier auf eine einzige reducirt, welche ein für allemal gemacht ist.

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXVIII. S. 67 ff.

Die Fig. 18. stellt diesen Apparat vor; er besteht nämlich aus einer Anzahl in einander gestellter Gefäße, von welchen einige oben und andere unten offen sind. Oben offen sind drey cylindrische Gläser oder Krüge, concentrisch in einander gestellt und in solchem Verhältniß der Größe zu einander, daß zwischen denselben zwey in einander geschobene Glocken oder Flaschen ohne Boden herabgesenkt werden können. Es wird nämlich in den größten und äußersten Cylinder zuerst ein kleinerer und engerer mit dem Fuße F gestellt, und in diesen wieder ein noch engerer aber höherer Cylinder mit dem Fuße S. Alle drey Gefäße sind in verschiedener Höhe mit Wasser zur Sperrung angefüllt. Zwischen den beyden äußersten Cylindern befindet sich zuerst die größere äußere Glocke oder Flasche ohne Boden, und hierin ist wieder concentrisch eine kleinere bodenlose Flasche befestiget, welche zwischen dem zweyten und innersten Cylinder herabreicht. In dem Halse der innersten Flasche oder Glocke befindet sich endlich die trompetenförmige Zuleitungsröhre A. Die beyden concentrischen Flaschen ohne Boden sind unter einander und mit der Röhre ein für allemal befestiget, so daß man sie aus den Cylindern zugleich herausheben, oder zwischen dieselben herabsenken kann. Oben an dem Halse B der Flaschen erblickt man einen kugelförmigen Recipienten C, worin bey D der Schnabel der Retorte paßt, woraus man die gasförmigen Flüssigkeiten entwickeln will. Statt des kugelförmigen Recipienten kann man hier auch bloß einen gekrümmten Schnabel anbringen oder den Flaschenhals zur Aufnahme des Retortenschnabels auf eine schickliche Weise krümmen. Hier ist die einzige Lutirung; die übrigen Gefäße sperren sich selbst. Die beyden Flaschen ohne Boden und die trompetenförmige Röhre werden am besten zusammengeschmolzen, oder wenigstens luftdicht zusammengeschmirgelt oder lutirt.

Dieser pneumatische Flaschenapparat dienet vorzüglich dazu, Wasser zu imprägniren mit elastischen Flüssigkeiten, mit Säuren, Ammoniak u. s. Wenn man

ihn in Thätigkeit setzen will, so befestigt man zuerst die Mündung D des Flaschenhalses an den Schnabel der Retorte. Darauf stellt man die Cylindergefäße in einander und füllt sie mit Wasser; alsdann senkt man zwischen die Cylinder die unter einander verbundenen bodenlosen Flaschen, so daß sie gehörig in einander passen und der ganze Apparat gesperrt ist, bis auf den äußersten Cylinder, wo durch das Sperrungswasser das letzte etwa nicht absorbirte Gas einen Ausweg findet, und überhaupt der Apparat gesichert ist.

Wenn sich nun aus der Retorte Gas oder Dunst entwickelt, so tritt die elastische Flüssigkeit, welche absorbirt werden soll, zuerst durch die trompetenförmige Röhre in das Wasser des innersten Cylinders, kann aber auch hier wieder austreten in die innerste Flasche, aus deren offenen Boden sie einen neuen Ausweg findet in den mittleren Cylinder, von wo sie endlich in die äußere Flasche und aus deren offenen Boden zuletzt in den äußersten Cylinder kommen kann. Dieser letzte ist offen und mit der Atmosphäre in Verbindung. Der Druck der verschiedenen Wassersäulen in den Cylindern wirkt aber so stark, daß hier nicht leicht ein im Wasser auflösliches Gas verloren geht. Auch kann man nöthigen Falls mehrere concentrische Gefäße in einander befestigen.

Auf dieselbe Art lassen sich für beträchtlichere chemische Operationen größere Apparate mit vierseitigen Gefäßen von Porzellan oder Steingut einrichten. Statt der trompetenförmigen Zuleitungsröhre kann hier eine längere mehrmals gekrümmte Schlangenröhre angebracht werden, wodurch die elastische Flüssigkeit aus der Retorte zuerst in das innere Gefäß geführt wird, um von hier wieder nach und nach zwischen den in einander geschobenen Gefäßen durch die verschiedenen Wassersäulen bis ins äußerste durchzutreten.

Mehrere sinnreiche Abänderungen des Woulf'schen pnevmatischen Apparats haben die Herrn Knight, W.

Hamilton, de Butt, Nooth, Murray, Pepys angegeben *).

M. s. Meißners Handbuch der allgemeinen und technischen Chemie. B. I. Wien 1819. 8. S. 150. ff.

Polarisation des Lichtes (polarisatio luminis, polarisation de la lumière) (N. A.). Wenn Lichttheile durch krystallisirte durchsichtige Körper, welche die Eigenschaft einer doppelten Brechung besitzen, hindurchgehen, so erfahren sie um ihren Schwerpunkt verschiedene Bewegungen, welche von der Natur der Kräfte abhängen, die die Theilchen des Krystalls auf sie äußern. Bisweilen beschränkt sich die Wirkung dieser Kräfte darauf, alle Theilchen desselben Lichtstrahles gleichlaufend mit einander zu ordnen, so daß ihre gleichartigen Flächen gegen dieselben Seiten des Raumes gekehrt werden. Diese Erscheinung hat der Entdecker, Herr Malus, mit dem Namen der Polarisation des Lichtes belegt, indem er die Wirkung dieser Kräfte mit denen einen Magnets verglich, welcher die Pole einer Reihe magnetischer Nadeln sämmtlich nach einerley Richtung dreht. Haben die Lichttheilchen diese Anordnung erhalten, so behalten sie dieselbe in der ganzen Ausdehnung des Krystalles bey, und erfahren ferner keine Bewegung mehr um ihren Schwerpunkt. Es gibt aber auch andere Fälle, wo die Lichttheilchen, welche durch den Krystall hindurchgehen, keine bleibende und beständige Richtung annehmen. Während der ganzen Zeit, in welcher sie ihre Bahn zurücklegen, schwingen sie um ihren Schwerpunkt hin und her, mit Geschwindigkeiten und Zeiträumen, die sich einer Rechnung unterwerfen lassen. Zuweilen drehen sie sich im Kreise mit einer stetigen rotirenden Bewegung.

Es war schon von Newton die Beobachtung gemacht worden, daß Strahlen, welche in einem Doppelspathe in

---

*) M. s. das Laboratorium — eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der besten und neuesten Apparate zum Behuf der praktischen und physikalischen Chemie. Heft II. Weimar 1825. 4.

zwey Bündel gespalten, und hierauf mit einem zweyten Doppelspathe aufgefangen wurden, hier bey gewissen Lagen desselben, nicht aufs Neue gespalten, sondern nur einfach gebrochen werden. Legt man nämlich einen zweyten Doppelspath dergestalt auf den ersten, daß die Hauptschnitte von beyden parallel sind, so leiden die durch den ersten Krystall gespaltenen Strahlen im zweyten keine neue Spaltung, der im ersten auf gewöhnliche Weise gebrochene Strahl wird es auch im zweyten, und eben so verhält es sich auch mit dem ungewöhnlich gebrochenen; werden dagegen beyde Krystalle so über einander gelegt, daß die Hauptschnitte sich senkrecht schneiden, so erscheinen zwar auch nur beyde Bilder, jedoch mit dem Unterschiede, daß der gewöhnlich gebrochene im ersten Krystall nun zum ungewöhnlich gebrochenen im zweyten Krystalle, und umgekehrt der ungewöhnlich gebrochene im ersten Krystall zum gewöhnlich gebrochenen des zweyten übergeht. Alle übrige Lagen, bey welchen die Hauptschnitte weder parallel noch senkrecht schneidend laufen, theilen jeden der zwey Spaltungsstrahlen des ersten Krystalls wiederum in zwey andere, so daß vier Bilder; zwey von ungewöhnlich und zwey von gewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet werden.

Alle diese Beobachtungen hatte Malus vollkommen bestätigt gefunden. Seine Hauptentdeckung bestand aber vorzüglich darin, dem Lichte eine solche Modification zu ertheilen, daß die Theile, welche ein und derselbe Lichtstrahl enthalten, der Zurückwerfung nicht mehr unterworfen sind, wenn man sie auf die zurückwerfenden Oberflächen unter gewissen Lagen und unter gewissen Einfallswinkeln fallen läßt. Um dieß deutlicher darzustellen, stelle man sich vor, es falle ein Sonnenstrahl SI (Fig. 19.) auf die Oberfläche einer polirten und unbelegten Glasplatte A, so daß er damit einen Winkel von 35° 25′ bildet; von dieser wird er in der geraden Richtung CI unter demselben Einfallswinkel zurückgeworfen werden. An irgend einer Stelle seines Weges fange man ihn auf einer an-

dern Glasplatte B auf, welche ebenfalls polirt und unbelegt ist, so wird auch hier eine Zurückwerfung des auffallenden Strahls Statt finden, wenn beyde Glasplatten A und B eine gleichförmig parallele Lage haben. Drehet man aber die Glasplatte B in paralleler Lage mit A so weit herum, daß die Ebene, in welcher der Strahl GB zurückgeworfen werden sollte, mit der Zurückwerfungsebene auf der Platte A einen rechten Winkel macht; so verschwindet die Zurückwerfung. Um sich die Anordnung dieser beyden Spiegel noch deutlicher zu machen, gedenke man sich, die Zurückwerfungsebene auf dem Spiegel A sey der Meridian, und der zurückgeworfene Strahl GC vertikal, so wird die andere Zurückwerfungsebene auf den Spiegel B die Vertikalebene seyn, welche durch den Ost- und Westpunkt geht. Wenn die beyden Spiegel A und B die letzte Lage gegen einander haben, so wird auf dem Spiegel B auch nicht die geringste Zurückwerfung von dem aufgefallenen Lichte und von dem Spiegel A zurückgeworfenen Lichte GC zu bemerken seyn. Fährt man nun aber fort den Spiegel B bey unveränderter Neigung gegen den vertikalen Strahl GC zu drehen, bis endlich die Zurückwerfungsebene des Spiegels B wieder mit dem Meridian oder mit der Zurückwerfungsebene des Spiegels A zusammenfällt, so wird auch wiederum die ganze Menge des vertikal auffallenden Lichtes GC auf der Spiegelfläche B zurückgeworfen. In den Zwischenlagen ist dagegen die Zurückwerfung auf den Spiegel B mehr oder weniger vollständig, je nachdem der von dieser zweyten Spiegelfläche B zurückgeworfene Strahl von der Mittagsebene oder von der ersten Zurückwerfungsebene A weniger oder mehr entfernt ist.

Zur möglichst vollkommensten und genauesten Beobachtung dieses von Malus angestellten Versuchs sind von den Physikern mehrere zweckmäßige Apparate angegeben worden. Biot, welcher mit Malus diesen Gegenstand zuerst verfolgte, giebt folgende sehr einfache Vorrichtung an, die zu allen Versuchen über die Polarisation des Lich-

tes hinreicht *). Sie besteht aus einer Röhre (Fig. 20.) Tt, an deren beyden Enden trommelartige Ansätze so angebracht sind, daß man sie umdrehen kann, und dennoch fest daran sitzen bleiben. Auf jedem dieser beyden Ansätze befindet sich eine kreisförmige Eintheilung, welche Grade angiebt. Von zwey entgegengesetzten Punkten ihres Umfanges gehen zwey messingene Arme TV und tv gleichlaufend mit der Axe der Röhre aus, zwischen welchen ein messingener Ring AA aufgehängt ist, der sich um eine Axe xx drehen läßt, welche auf der gemeinschaftlichen Richtung beyder Armen senkrecht ist. Die Bewegung dieses Ringes läßt sich ebenfalls durch eine kreisförmige Eintheilung messen, und man kann ihn durch Stellschrauben anhalten.

Will man irgend eine Platte den Lichtstrahlen aussetzen, so legt man sie auf die Oberfläche des Ringes und befestiget sie darauf; alsdann kann man ihr alle erdenkliche Lagen in Hinsicht des Lichtstrahls geben, welcher durch die Axe der Röhre hindurchgehet. Denn durch die kreisförmige Bewegung der trommelartigen Ansätze um das Rohr kann die Reflexionsebene in alle mögliche Azimuthe gedrehet werden, so wie die Bewegung des Ringes um seine Axe xx verstattet, die Platte dem einfallenden Strahl unter allen Neigungen darzubieten. Die Eintheilung, nach welcher die Bewegung eingeleitet wird, muß Null zeigen, wenn die Ebene des Ringes senkrecht auf die Axe des Rohres ist; und die Eintheilungen der trommelförmigen Ansätze müssen ihren Nullpunkt auf einer und derselben mit der Axe des Rohrs parallelen geraden Linie haben.

Andere Vorrichtungen zu den Polarisationsversuchen des Lichtes haben die Herren Mayer β), Schulze-Montanus γ) und Schweigger angegeben.

α) Traité de physique exper. et mat. To. IV. p. 255. auch Lehrbuch der Experimentalphysik. Th. IV. S. 99 f.

β) Commentatio: de polaritate luminis in Comment. Reg. Societ. Goetting. To. II. et III.

γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVI. S. 427 f.

Der eben beschriebene Versuch des Herrn Malus läßt sich mittelst der angeführten Polarisationsmaschine auf folgende Art anstellen: man befestige auf jeden der beyden Ringe eine spiegelnde unbelegte Glasplatte, und gebe ihnen eine solche Stellung, daß jede derselben gegen die Axe des Rohres einen Winkel von 35° 25′ bilden. Hierauf bringe man die Eintheilung des einen trommelförmigen Ansatzes auf dem Nullpunkt, und die Eintheilung des andern auf 90°, damit die Zurückwerfungsebenen der beyden Spiegelflächen rechtwinklicht sich durchkreuzen. Nunmehr befestige man das Rohr und bringe ein Licht in einiger Entfernung davon, so daß einer der davon ausgehenden Strahlen in der Richtung der Axe Tt zurückgeworfen wird; welches der Fall ist, wenn man beym Hindurchsehen durch das Rohr das Bild des Lichtes durch Zurückwerfung auf dem ersten Glase erblickt. Wenn diese Anordnung erfolgt ist, so wird der zurückgeworfene Lichtstrahl das zweyte Glas ebenfalls unter dem Winkel 35° 25′ treffen. Ja nach den verschiedenen Lagen, die man alsdenn dem trommelförmigen Ansatze tt giebt, welcher dieses Glas trägt, wird der von der zweyten Zurückwerfung herrührende Strahl verschiedene Grade der Intensität haben, und es wird zwey entgegengesetzte Lagen des trommelförmigen Ansatzes geben, wo diese Intensität ganz Null wird, wenigstens wenn man nur den spiegelnd von den Gläsern zurückgeworfenen Antheil Lichtes in Betrachtung ziehet. Hinter das Glas ll muß man auf der dem zurückgeworfenen Lichte entgegengesetzten Seite einen schwarzen Körper stellen, um die fremdartigen Lichtstrahlen aufzufangen, die von den äußern Gegenständen, nach dieser Seite hin, könnten geworfen werden, und welche, indem sie durch das Glas hindurchgehen, und in das Auge gelangen, sich mit den zurückgeworfenen Strahlen vermischen würden, deren Beobachtung man beabsichtigt. Dieselbe Vorsicht hat man auch bey dem ersten zurückwerfenden Glase LL anzuwenden; und da dieses nur zu der Zurückwerfung dient, die an der ersten Fläche Statt findet, so kann man

die hintere Fläche desselben für immer mit Tusche, oder dadurch schwärzen, daß man sie dem Rauch einer Lampe aussetzt. Diese Fläche darf aber nicht mit einem metallischen Ueberzuge belegt werden; denn das von diesem Belege zurückgeworfene Licht würde nie so modificirt werden, daß es der zweyten Zurückwerfung ganz entginge.

Statt der Anwendung der Flamme eines Kerzenlichtes kann auch das Wolkenlicht gebraucht werden, welches man nach der Zurückwerfung vom ersten Spiegel LL in das Glas eintreten läßt. Dann muß man aber das Feld, welches die Röhre umfaßt, dadurch beschränken, daß man in ihrem Innern einige Blendungen mit sehr kleiner Oeffnung anbringt. Auch muß man ein schwarzes Tuch unter das zurückwerfende Glas legen, oder, welches noch zweckmäßiger ist, seine untere Fläche mit schwarzer Tusche überziehen, um die Strahlen abzuhalten, welche durch Brechung von den unterhalb befindlichen Gegenständen herkommen könnten. Auf solche Art wird man beym Hineinsehen in das Rohr, während das Glas LL gegen die Wolken gerichtet ist, einen kleinen vollkommen weißen und glänzenden Raum erblicken, an dem sich alle Versuche anstellen lassen. Diese vollkommene Weiße gewährt einen großen Vortheil, und ist für eine große Anzahl von Fällen, wo man verschiedene Farbenabstufungen beobachten und mit einander vergleichen muß, nothwendig. Niemals gelingt der Versuch so gut, wenn man sich einer Lichtflamme, oder eines andern brennenden Körpers bedient, weil keine dieser Flammen weißes Licht giebt. In der Regel hat man aber auch die Lebhaftigkeit des einfallenden Lichtes zu mäßigen, so daß der Theil, welcher auf beyden Gläsern die strahlende Zurückwerfung erfährt, dem Auge nicht merklich wird; denn dieser Theil, welcher aus dem Innern der Körper selbst, nicht von ihrer Oberfläche zurückgeworfen wird, wird ganz anders modificirt, als derjenige, welcher die spiegelnde Zurückwerfung erfährt, und mithin nicht gleich ihm bey seinem Auffallen auf das zweyte Glas der Zurückwerfung entgehen kann.

Uebrigens mag man eine Vorrichtung zu diesen Versuchen wählen, welche man will, so ergeben sich beständig die Erscheinungen der Zurückwerfung auf der zweyten Glasplatte. Zur leichtern Uebersicht derselben nehme man, wie oben bereits geschehen ist, an, daß die Einfallsebene (Fig. 19.) CIS des Strahls auf dem ersten Glase mit der Ebene des Meridians zusammenfalle, und der zurückgeworfene Strahl IC vertikal sey. Dreht man alsdann den trommelförmigen Ansatz (Fig. 20.) tt, welche das zweyte Glas trägt, so wird sich dieß Glas auch um den zurückgeworfenen Strahl drehen, so daß es immer mit ihm den nämlichen Winkel bildet; und die Ebene, in welcher die zweyte Zurückwerfung vor sich geht, wird successiv nach den verschiedenen Punkten des Horizonts oder in den verschiedenen Azimuths gerichtet werden. Unter dieser Voraussetzung wird man folgende Erscheinungen beobachten.

Wenn die zweyte Zurückwerfungsebene mit der ersten, folglich mit dem Meridian zusammenfällt, so ist die Intensität des vom zweyten Glase zurückgeworfenen Lichtes in ihrem Maximum.

So wie die Zurückwerfungsebene des zweyten Glases durchs Herumdrehen sich vom Parallelismus mit der Zurückwerfungsebene des ersten Glases mehr und mehr entferne, nimmt die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes ab.

Wenn die Zurückwerfungsebene des zweyten Glases sich in der lothrechten Ebene von Ost nach West, mithin senkrecht auf der Zurückwerfungsebene des ersten Glases, befindet, so ist die Intensität des spiegelnd zurückgeworfenen Lichtes für beyde Oberflächen des zweyten Glases völlig Null, oder das Licht geht ganz und gar durch dieses zweyte Glas hindurch.

Fährt man mit der Umdrehung des trommelförmigen Ansatzes über das erste Viertel des Umkreises fort, so kehren dieselben Erscheinungen nur in umgekehrter Ordnung wieder; d. h. die Intensität des zurückgeworfenen

Lichtes wächst gerade so, wie sie vorher abgenommen hatte, und wird in demselben Abstande von der ostwestlichen senkrechten Ebene wieder eben so stark. Wenn daher die Zurückwerfungsebene des zweyten Glases wieder in den Meridian zurückkommt, so findet sich ein zweytes, dem ersten gleiches, Maximum der Intensität des Lichtes ein. Alsdenn hat die zurückwerfende Oberfläche des zweyten Glases um den Strahl einen halben Umkreis beschrieben, und dieser bietet sich ihr mit der entgegengesetzten Fläche als Anfangs dar. Fährt man nun noch weiter mit der Umdrehung fort, so ändert sich die Intensität des Lichtes gerade so, wie auf der entgegengesetzten Seite des Meridians. Sie nimmt beständig mit der Entfernung der Zurückwerfungsebene des zweyten Glases von dem Meridiane ab, wird ganz Null in der lothrechten Ebene von Ost nach West, und wächst dann wieder bis zum Meridian, wo sie ihr letztes Maximum, wie das erste Mal, erreicht.

Hieraus erhellet, daß bey der vollständigen Umdrehung des Glases die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes zwey Maxima giebt, welche den Azimuths 0 und 180° zugehören, und zwey Minima, die den Azimuths 90° und 270° entsprechen, und daß überdem um diese Gränzen die Veränderungen in den verschiedenen Quadranten die nämlichen bleiben. Man genügt allen diesen Bedingungen, wenn man annimmt, daß die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes mit dem Quadrate des Cosinus des Winkels, den die zweyte Zurückwerfungsebene mit der erstern macht, im Verhältnisse stehe.

Die Resultate dieser interessanten Beobachtung führen zu der allgemeinen Folge, daß der, vom ersten Glase zurückgeworfene Strahl vom zweyten unter jenem Einfallswinkel nicht zurückgeworfen wird, wenn er sich ihm mit seiner östlichen und westlichen Seitenfläche darbietet; zum Theil aber wenigstens, wenn er sich ihm mit irgend zwey andern seiner entgegengesetzten Seitenflächen darbietet. Malus schloß hieraus, daß der auf dem ersten Spiegel zurückgeworfene Lichtstrahl Flächen besitze, welche mit ver-

schiedenen physischen Eigenschaften begabt sind, so daß durch die erste Zurückwerfung bey den erwähnten Umständen wo nicht gleiche, doch wenigstens auf gleiche Art mit derselben Eigenschaft begabte, Flächen nach den nämlichen Seiten des Raums gekehrt worden sind. Dies ist die Anordnung der Lichttheile, welche Malus die Polarisation des Lichtes genennt hat, indem er die Wirkung des ersten Spiegels derjenigen ähnlich betrachtete, welche ein Magnet äußert, wenn er die Pole einer Reihe von Magnetnadeln alle nach der nämlichen Richtung hinkehret.

Nach der bisherigen Voraussetzung mußte der einfallende Lichtstrahl so wohl, als auch der zurückgeworfene mit den beyden Spiegelflächen einen Winkel von 35° 25′ machen, und unter diesem Winkel findet auch die angeführte Erscheinung vollständig Statt. Wird, ohne Veränderung der Neigung des Strahls gegen die erste Spiegelfläche, seine Neigung gegen die zweyte Spiegelfläche nur um etwas verändert, so ist die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes unter keinem einzigen Azimuth mehr Null, wird aber die möglichst schwächste in der lothrechten Ebene von Ost nach West, wo sie vorher Null war. Verändert man dagegen die Neigung des Strahls gegen die erste Spiegelfläche, ohne eine Veränderung derselben gegen die zweyte Spiegelfläche vorzunehmen, so wird man abermals finden, daß der Lichtstrahl beym Auffallen auf das zweyte Glas nicht ganz hindurchgeht; vielmehr auf seiner ersten und zweyten Oberfläche eine partielle Zurückwerfung erfährt, welche, wenn man das erste Glas nicht sehr aus seiner Lage gebracht hat, ihr Minimum in der lothrechten Ebene von Ost nach West erreicht.

Malus fand, daß alle bisher angeführten Erscheinungen nicht allein durch Glasplatten, sondern auch durch polirte Platten aus den meisten andern durchsichtigen Substanzen erhalten werden. Dabey müssen aber beständig die beyden Ebenen, in welchen nach und nach die Brechung vor sich geht, auf einander rechtwinklicht bleiben; die Platten müssen dagegen dem Lichtstrahle unter verschie-

denen Winkeln dargeboten werden, je nachdem die Beschaffenheit der Platten und des Mittels, durch welches das Licht zu ihnen gelangt, verschieden ist. Es beträgt nämlich der Winkel, welchen der einfallende Strahl mit der Ebene der Platte macht, weniger, oder gleich, oder mehr als 45°, nachdem die Substanz der Platten stärker, oder eben so stark, oder weniger als das angeführte Mittel bricht; und nähert sich der ersten und letzten Grenze um so mehr, je größer der Unterschied der Brechungsverhältnisse nach der einen oder der andern Seite ist. So ist der Polarisationswinkel bey der vollständigen Polarisation des Lichtstrahls 35° 25′, wenn die Zurückwerfung des Lichtes auf der ersten Oberfläche eines polirten, von Luft umgebenen, Glasstücks vor sich geht; er ist 32°, wenn man statt des Glases ein Stück schwefelsauren Baryts gebraucht, und wird bey Anwendung des Diamants 22° betragen. Herr Brewster hatte bemerkt, daß der Einfallswinkel der vollkommenen Polarisation immer genau oder mit der größten Annäherung so beschaffen ist, daß der zurückgeworfene Strahl senkrecht auf den gebrochenen sich befindet. Stellen nämlich (Fig. 21. 22. 23.) SI, IR und IR′ die einfallenden, zurückgeworfenen und gebrochenen Strahlen vor, wie sie sich in den vorigen drey angegebenen Fällen ergeben, so erhellet, daß der Polarisationswinkel SIA mit 45° in solchen Verhältnissen des Unterschiedes oder der Gleichheit stehen wird, wie vermöge der Erfahrung ist angegeben worden. Dies Gesetz gilt selbst für diejenigen Substanzen, welche, wie der Diamant und der Schwefel, immer nur eine unvollständige Polarisation hervorbringen; hier ist der durch Construction sich ergebende Winkel derjenige, unter welchem das wenigste nicht polarisirte Licht im zurückgeworfenen Strahl bleibt.

Auf die bisher beschriebene Beobachtungsart mit polirten Gläsern läßt sich auf eine ganz allgemeine Art darthun, daß die Polarisation des Lichtes, wenn sie vollständig ist, beständig eine ganz auf dieselbe Art erfolgende

Modification ist, von welcher Substanz man auch bey ihrer Bestimmung ausgegangen seyn mag. Denn sind zwey Platten von irgend einer Substanz so geordnet worden, daß der, von der ersten zurückgeworfene Strahl, der Zurückwerfung auf der zweyten entgeht, in welchem Falle das Licht vollständig polarisirt wird, so kann man der zweyten Platte ein polirtes Glas substituiren; und wenn man ihm eine solche Stellung in Bezug zum zurückgeworfenen Strahl giebt, wie oben bey den ersten Versuchen angegeben ist, so wird dieser Strahl immer noch hindurch gehen. Auch kann man umgekehrt für die erste Platte ein polirtes Glas substituiren, wenn es nur die einfallenden Strahlen unter dem Neigungswinkel von 35° 25′ gegen seine Oberfläche erhält; der davon zurückgeworfene Strahl wird sich immer nach der Zurückwerfung auf der zweyten Platte unter denselben Umständen entziehen. Endlich sind auch die Veränderungen der Intensität des zurückgeworfenen Lichtes unter den verschiedenen Azimuths der zweyten Platte beständig denselben Gesetzen unterworfen. Allein nach der Verschiedenheit der Substanzen finden auch beträchtliche Verschiedenheiten in dem verhältnißmäßigen Antheil zurückgeworfenen Lichtes Statt, welchem die Polarisation eingepflanzt wird. Biot fand von allen Substanzen, welche er untersucht hatte, keine, welche das Licht so vollständig und so reichlich polarisirte, als das vulkanische Glas von einer dunkelgrünen Farbe, welches Obsidian heißt. Daher ist es auch sehr vortheilhaft, sich derselben in den Apparaten statt eines Spiegelglases zur Hervorbringung der ersten Zurückwerfung zu bedienen. Die künstlichen metallischen Gläser sind bey weitem nicht so zweckmäßig; es ist zwar ihre Zurückwerfung reichlich und lebhaft; allein sie werfen durch Strahlung einen beträchtlichen Theil des Lichtes zurück, welcher, indem er nicht gleich dem andern polarisirt ist, alle Deutlichkeiten der Beobachtung aufhebt.

Hat ein Lichtstrahl die Polarisation nach einer gewissen Richtung durch die beschriebenen Verfahrungsarten

erlangt, so führt er diese Eigenschaft mit sich in den Raum hinein, und behält sie ohne merkliche Veränderung bey, wenn man ihn senkrecht, selbst durch beträchtlich dicke Lagen von Luft, Wasser, und überhaupt fast allen Substanzen, welche die einfache Brechung äußern, durchgehen läßt. Diejenigen hingegen, welche mit der doppelten Brechung begabt sind, verändern in der Regel die Polarisation des Strahles, und zwar auf eine dem Anscheine nach schnelle Art, um ihm eine neue gleichartige, aber in entgegengesetzter Richtung zu ertheilen. Nur in gewissen Richtungen des Hauptschnittes kann sich der Strahl diesem störenden Einflusse entziehen.

Fällt ein aus einem leuchtenden Körper ursprünglich ausgegangener Strahl auf eine solche durchsichtige Krystallplatte, deren entgegengesetzte Flächen parallel sind, wie z. B. auf ein Rhomboid aus Isländischem Krystall, so theilt er sich stets in zwey Strahlen, welche fast gleiche Intensitäten haben, und von welchen der eine der gewöhnlichen, der andere der außerordentlichen Brechung unterworfen ist. Man findet aber, daß diese beyden Strahlen, nach ihrem Austritt eine Eigenschaft besitzen, welche sie wesentlich von dem directen Lichte unterscheidet. Fallen sie senkrecht auf die Fläche eines andern Rhomboeders oder überhaupt eines einaxigen Krystalls, so giebt jeder derselben nicht mehr allgemein zwey gleiche Lichtbündel; sondern er spaltet sich entweder in zwey gleiche Lichtbündel, oder in zwey Bündel von ungleicher Intensität, oder auch er spaltet sich gar nicht und bleibt einfach, je nach dem Winkel, welcher den Hauptschnitt des zweyten Krystalls mit dem des erstern bildet. Was unter dem Hauptschnitte dieses Krystalls zu verstehen sey, s. m. Th. III. S. 179. Um die hieher gehörigen Erscheinungen desto leichter und genauer aufzufassen, werde durch F g der aus dem ersten Krystalle austretende gewöhnliche, und durch F u der ungewöhnliche austretende Strahl bezeichnet. Der Strahl F g, welcher nun auf den zweyten Krystall auffällt, wird sich im Allgemeinen in zwey Lichtbündel spalten, einen

Fgg, welcher die gewöhnliche Brechung durch den zweyten Krystall erfährt, und einen zweyten, Fgu, welcher die ungewöhnliche Brechung erleidet. Der erstere Fgg wird dem Fg gleich seyn, wenn der Winkel, welchen die Hauptschnitte mit einander bilden, null ist, und dann alles durchgegangene Licht allein enthalten. Von dieser Grenze an wird seine Intensität mit zunehmendem Winkel beyder Hauptschnitte sich mindern, und endlich Null werden, wenn dieser Winkel ein rechter ist. Im Gegentheil wird der ungewöhnlich gebrochene Strahl Fgu null seyn, wenn die beyden Hauptschnitte parallel sind; von dieser Grenze an aber wird er mit dem Wachsthum des Winkels zunehmen, und endlich sein Maximum erreichen, wenn sie senkrecht auf einander sind; und da alsdann der andere Strahl Fgg Null ist, so wird er (Fgu) Fg gleich werden. Dieselben Erscheinungen endlich werden sich in der nämlichen Ordnung in den verschiedenen Quadranten wiederholen. Die Bestätigung dieser Ereignisse durch die Erfahrung ist sehr leicht. Es wird hiezu nichts weiter erfordert, als daß man zwey Rhomboeder von Isländischem Doppelspathe habe, die rein genug sind, um damit die Bahn der durch sie hindurchgehenden Strahlen regelmäßig fortgesetzt werden könne; auch müssen sie eine hinreichende Politur haben, damit die Intensität des Lichtes durch ihre Flächen nicht so sehr geschwächt werde. Man macht auf einem weißen Papiere mit recht schwarzer Dinte einen runden Fleck, und, wenn derselbe trocken ist, legt man eins der beyden Rhomboeder auf ihn. Bringt man nun das Auge in eine lothrechte Lage, so sieht man zwey Bilder des schwarzen Flecks, die in derselben geraden Linie, welche mit der großen Diagonale des Rhomboeders gleichlaufend ist, liegen. Diese Bilder sind fast von gleicher Intensität, und die Linie, welche sie verbindet, drehet sich in demselben Verhältnisse, als man den Krystall dreht. Jetzt lege man das zweyte Rhomboeder auf dieses, so daß alle seine Flächen mit den des ersten gleichlaufend sind, so wird man immer

nur noch zwey Bilder des schwarzen Flecks erblicken, nur werden sie weiter als vorher von einander abstehen. Dreht man aber das obere Rhomborder langsam, um die beyden Hauptschnitte von einander zu entfernen, so theilt jedes dieser beyden Bilder sich in zwey andere, und wird durch diese Theilung schwächer. Diese Schwächung wird um so merkbarer werden, je mehr der Winkel unter den beyden Hauptschnitten vergrößert wird; endlich, wenn sie mit einander einen rechten Winkel machen, sind die ersten Bilder vollkommen erloschen. Fährt man fort, das obere Rhomborder umzudrehen, so werden dieselben Erscheinungen in allen Quadranten, so wie sie angegeben sind, sich erneuern. Vergleicht man nun alle diese Erscheinungen mit den, welche die gekreuzten Glastafeln unter einer Neigung von 35° 25′ darbieten, so sieht man, daß der von der zweyten Glastafel zurückgeworfene Strahl dem Strahl Fgg ganz analog ist; denn die Veränderungen dieser beyden Strahlen befolgen ganz die nämlichen Perioden; indem in Hinsicht ihrer bey den Spiegeln ganz dieselbe Beziehung zu dem Neigungswinkel, die die beyden Zurückwerfungsebenen mit einander bilden, Statt findet, als bey den Krystallen zu dem Winkel, welchen die beyden Hauptschnitte mit einander machen. Diese Analogie erstreckt sich überhaupt noch viel weiter, als es nach diesen Umständen zu seyn scheint; sie hat nicht allein in Hinsicht der Art, wie sich die Intensität periodisch verändert, Statt, sondern das Wesen der Modificationen selbst, welche den Strahlen durch diese zwey verschiedenen Operationen eingedrückt werden, ist sich ganz gleich. Diese von Malus gemachte Entdeckung erhellt aus folgenden leicht anzustellenden Versuchen.

Wenn ein Lichtstrahl durch Zurückwerfung polarisirt worden ist, und man läßt ihn dann senkrecht durch ein Rhomboid von Isländischem Krystall hindurchgehen, so verhält er sich gerade so, als wenn er die gewöhnliche Brechung durch ein erstes Rhomboid erlitten hätte, dessen

Hauptschnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre. Ist der Hauptschnitt des Rhomboids, das man ihm darbietet, mit dieser Ebene parallel, so spaltet sich der Strahl nicht; er wird in demselben blos auf die gewöhnliche Art gebrochen. Weicht hingegen der Hauptschnitt von der Richtung der Zurückwerfungsebene ab, so spaltet sich der Strahl beym Eindringen in das Rhomboid in zwey Strahlenbündel, welche den Strahlen Fgg und Fgu analog sind, indem der eine die gewöhnliche, und der andere die ungewöhnliche Brechung erfährt. Dieser letztere, welcher zuerst nur schwach ist, nimmt an Intensität in dem Verhältnisse zu, nach welchem der Hauptschnitt des Rhomboids mit der Zurückwerfungsebene einen größern Winkel macht; zugleich nimmt die Intensität des gewöhnlichen Strahles ab, und verschwindet ganz, wenn der Hauptschnitt des Rhomboids mit der Zurückwerfungsebene einen rechten Winkel macht; dann enthält der ungewöhnliche Strahl alle hindurchgehende Lichttheile. Mit einem Worte, wenn ein Lichtstrahl durch eine erste Zurückwerfung von einem polirten Spiegelglase auf die vorbeschriebene Art modificirt worden ist, so hat er alle Eigenschaften eines gewöhnlichen Strahls Fg, der sich beym Hindurchgehen durch ein erstes Rhomboid, dessen Hauptschnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre, gebildet haben würde, und es giebt kein Kennzeichen, ihn davon zu unterscheiden. Wollte man dieß durch die Erfahrung bewahrheiten, so müßte man ein hinreichend dickes Rhomboid anwenden, damit die beyden Lichtbündel, in welche der polarisirte Lichtstrahl sich spaltet, recht unterscheidbar zum Vorschein kämen und besonders beobachtet werden können; oder, welches dasselbe seyn würde, man müßte den Durchmesser des, vom Glase zurückgeworfenen Bündels so weit vermindern, daß eine solche Spaltung in dem Rhomboid, welches dem Beobachter zu Gebote steht, erfolgte. Da aber der Lichtstrahl bey einer solchen Dünne an Lebhaftigkeit verlieren würde, und da es außerdem sehr schwer hält, dicke und zugleich recht

reine Rhomboiden zu erhalten, so kann man sich dadurch helfen, daß man ein Prisma vom Isländischen Krystall mit einem brechenden Winkel von einer nur kleinen Anzahl Grade, und dessen vordere Fläche eine der natürlichen Flächen eines Rhomboids ist, anwendet. Durch dieses Mittel vergrößert man das Auseinanderweichen der beyden austretenden Lichtbündel; und wegen der Kleinheit des brechenden Winkels des Prismas sind ihre Intensitäten fast noch dieselben, als wenn man ein vollkommenes Rhomboid angewandt hätte. Um die Versuche auf die bequemste und genaueste Art anzustellen, achromatisirte Biot dieß Prisma, indem er an seine Hinterfläche ein anderes Prisma von Crownglas von erforderlichem Winkel, dessen Basis der Spitze entgegenstand, setzte. Das Ganze befestigte er im Mittelpunkte eines kreisförmigen Ringes, der mit einer Alhidade verbunden war, welche sich auf einem eingetheilten messingenen Kreise drehte. Diese Vorrichtung ward senkrecht gegen die Richtung des zurückgeworfenen Strahls aufgestellt, dessen Spaltung beobachtet werden sollte; z. B. senkrecht auf die Röhre (Fig. 20.) Tt. Fängt man alsdann das weiße Wolkenlicht auf dem ersten Spiegelglase AA auf, welches gegen die Axe der Röhre um 35° 25′ geneigt ist, und nimmt das zweyte Spiegelglas weg, so braucht man nur die Alhidade, welche das Krystallprisma trägt, zu drehen um die Spaltung des zurückgeworfenen Strahls, so wie die verschiedenen Perioden der Intensität der Lichtbündel, in welche er sich beym Durchgang durchs Prisma theilt, aufs deutlichste und bequemste zu beobachten. Diese Perioden bleiben dieselben, wenn an die Stelle der erstern Glasplatte jede andere Scheibe, welche fähig ist, das Licht vollständig zu polarisiren, gesetzt wird, wofern man sie nur unter dem Winkel, unter welchem sie diese Erscheinung hervorbringt, anordnet. Aus diesem Erfolge geht deutlich hervor, daß die Eigenschaften, welche den zurückgeworfenen Strahlen eingedruckt sind, in allen Fällen dieselben sind.

Bisher ist das Licht, welches durch Zurückwerfung polarisirt worden, vermittelst der durch einen Krystall bewirkten Brechung untersucht worden. Umgekehrt kann man das durch Brechung in einem Krystall modificirte Licht, indem man es einer Zurückwerfung unterwirft, untersuchen. Auch dies ist von Malus geschehen. Er stellte den Hauptschnitt eines Rhomboids aus Isländischem Krystall lothrecht auf, und nachdem er einen Lichtstrahl mittelst der doppelten Brechung in diesem Krystall getheilt hatte, ließ er die beyden dadurch entstandenen Lichtbündel auf eine polirte Glasfläche fallen, so daß sie mit ihrer Oberfläche einen Winkel von 35° 25′ bildeten, und daß die Einfallsebene mit dem Hauptschnitte des Rhomboids parallel war. Der gewöhnliche Strahl erfuhr die partielle Zurückwerfung, wie es bey einem Bündel directen Lichtes der Fall gewesen seyn würde; allein der ungewöhnliche Strahl drang ganz in das Glas und ging hindurch, gerade so, als wenn er zuvor durch Zurückwerfung in einer, auf dem Hauptschnitt des Rhomboids senkrechten Ebene polarisirt worden wäre.

Aus diesen Versuchen erhellet, daß ein Lichtstrahl, welcher durch Zurückwerfung von einer polirten Glastafel polarisirt worden, genau so modificirt werde, als es Statt finden würde, wenn er die gewöhnliche Brechung in einem Rhomboid aus Isländischem Krystall erfahren hätte, dessen Hauptschnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre; oder auch, wenn er die ungewöhnliche Brechung in einem Rhomboid erlitten hätte, dessen Hauptschnitt senkrecht auf derselben Zurückwerfungsebene wäre; so daß man keinen Unterschied unter den Anordnungen der Lichttheilchen, welche ihnen durch das eine oder das andere Verfahren ertheilt wurden, wahrnehmen kann.

Malus fand, daß dieselben Anordnungen auf gleiche Art bey allen Krystallen hervorgebracht werden können, welche mit der doppelten Brechung begabt sind. Alle diese Körper, welches auch ihre chemische Beschaffenheit seyn mag, können auf die angeführte Art dem Lichte das

Vermögen ertheilen, sich in einem andern Krystall in zwey Lichtbündel oder in einen einzigen zu brechen, je nach der Richtung, in welche der letztere gedreht wird. Hiezu wird nicht einmal erfordert, daß die über einander gelegten Krystalle von derselben Art, oder daß beyde ein- oder zweyaxig sind; einer derselben könnte z. B. kohlensaures Bley oder Schwerspath, der andere Isländischer Doppelspath seyn; der erste könnte Bergkrystall, der andere ein Krystall von Schwefel seyn. Alle diese Substanzen verhalten sich in Beziehung auf die Spaltung oder Nichtspaltung der Lichtstrahlen, wie es bey Isländischen Rhomboiden der Fall seyn wird. Die Bedingung, welche jeden Strahl bestimmt, sich im zweyten Krystalle in zwey Bündel oder in einen einzigen zu brechen, hängt blos von den gegenseitigen Lagen der Krystalle ab. Malus, als Entdecker aller dieser Erscheinungen, konnte jedoch nicht mit Bestimmtheit angeben, welches Lichtbündel in den successiven Brechungen das gewöhnliche, und welches das ungewöhnliche war, indem ihm noch nicht der Unterschied der Krystalle in einaxige und zweyaxige bekannt war. Ja es ist selbst bis jetzt die Richtung der Ebene in den zweyaxigen Krystallen noch nicht allgemein ausgemittelt, welche man dem Hauptschnitte des ersten Rhomboids parallel zu machen hat, damit der gewöhnliche oder ungewöhnliche Strahl, welcher aus der ersten Brechung hervorgebracht, beym Erleiden der zweyten ungespalten bleibe. Es scheint überhaupt sehr viele Richtungen des Schnittes in den Krystallen zu geben, für welche sich die Lichtstrahlen beym senkrechten Einfallen spalten müssen, was für eine Richtung man auch dem ersten Krystalle, aus welchem sie austreten, geben mag. Für einen Fall läßt sich indessen die verlangte Richtung angeben; den nämlich, wo die Einfallsoberfläche auf dem zweyten Krystall gleiche Winkel mit seinen beyden Axen bildet. Legt man alsdann durch das, bey den Krystallen gemeinschaftliche, Einfallsloth eine Ebene, welche zwischen den Axen des zweyten Krystalls mitten

hindurchgeht, so wird die Lage dieser Ebene auf den Erfolg oder Nichterfolg der Spaltung der gebrochenen Strahlen einen ähnlichen Einfluß äußern, als die des Hauptschnittes der einaxigen Krystalle: d. h. ein Strahl, der durch einen Rhomboid von Isländischem Krystall gewöhnlich gebrochen senkrecht auf die erste Oberfläche eines zweyaxigen Krystalls fällt und in sein Inneres dringt, bleibt darin einfach und gewöhnlich, wenn die so eben bestimmte Ebene mit dem Hauptschnitte des Rhomboids parallel ist; dagegen, wenn diese Ebene senkrecht auf den Hauptschnitt des Rhomboids wird, wird der noch einfach bleibende Strahl im zweyten Krystall die ungewöhnliche Brechung erfahren; und in den dazwischen fallenden Lagen beyder Krystalle theilt er sich zwischen beyden Brechungen.

Um die Bedingungen der Spaltung und Nichtspaltung bemerkbar zu machen, beobachtete Malus die Flamme einer Kerze durch zwey Prismen von einem kleinen brechenden Winkel, welche aus verschiedenen die doppelte Brechung erzeugten Substanzen gebildet, und über einander gelegt waren. Auf diese Art erhält man in der Regel vier Bilder der Flamme; wendet man aber eins der Prisma langsam um den Gesichtsstrahl als um eine Axe, so werden die vier Bilder in allen Fällen auf zwey zurückgebracht, wenn die Hauptschnitte der beyden an einander liegenden Flächen parallel, oder rechtwinklicht auf einander werden. Die beyden Bilder, welche verschwinden, vermischen sich nicht mit den andern; man sieht sie nach und nach erlöschen, während die andern an Helligkeit zunehmen. Sind die beyden Hauptschnitte parallel, so wird eins der Bilder durch die in beyden Prismen gewöhnlich gebrochenen Strahlen, das andere durch die ungewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet. Sind beyde Hauptschnitte rechtwinklicht, so wird eins der Bilder durch die in dem ersten Krystall gewöhnlich gebrochenen, und im zweyten durch die ungewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet; während im Gegentheil das andere Bild durch die im ersten Krystall ungewöhnlich, im zweyten

gewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet wird. **Biot** überzeugte sich, daß diese Erscheinungen beständig Statt fanden, die doppelte Brechung der vereinigten Krystalle mochte gleicher oder verschiedener Natur seyn.

Aus diesen Erfolgen geht also hervor, daß zwischen der Modification, welche die Zurückwerfung der Strahlen unter einem gewissen Einfallswinkel ertheilt, und der, welche die krystallisirten Körper, die mit doppelter Brechung begabt sind, ihnen ertheilen, eine vollkommene Identität Statt findet. Ueberdieß sieht man, daß diese Modification sich auf die Seiten der Lichtstrahlen bezieht, die auf eine ungleiche Art von den Kräften, welche zurückwerfen, und von den, welche die doppelte Brechung hervorbringen, angegriffen werden. Um diese Eigenschaften durch geometrische Kennzeichen zu bestimmen, stelle man sich einen Lichtstrahl (Fig. 19) IC vor, der durch Zurückwerfung von einem Spiegelglase A polarisirt worden ist, und denke sich drey Axen, cz, cx und cq, deren erste cz in der Richtung der sich fortbewegenden Lichttheilchen, die zweyte cx in der Ebene der Zurückwerfung CIS und senkrecht auf der ersten cz, und die dritte cq senkrecht auf den beyden andern ist. Trifft nun der Strahl IC eine zweyte Glastafel B, welche eine solche Lage hat, daß sie ihn nicht zurückwirft, so werden die Zurückwerfungs-Kräfte, die senkrecht von dieser Glasplatte ausgehen, ebenfalls senkrecht auf der Axe cx seyn, und außerdem auf gleiche Art auf diejenigen Lichttheile, welche nach cx und auf diejenigen, welche nach cy hin sich befinden, wirken; denn wenn man das Glas nur ein wenig aus der Lage bringt, in welcher die Zurückwerfung verschwindet, so sind seine Wirkungen auf der einen und der andern Seite dieser Lage symmetrisch. Es werden daher die Zurückwerfungs-Kräfte unter diesem Einfallswinkel keine Drehung der Axe xcy weder Rechts noch Links bewirken, so wenig wie die Schwerkraft einen wagrecht liegenden Hebel drehen kann, welcher vom Unterstützungspunkte gleich weit absteht, und mit gleichen Ge-

wichten belastet ist. Während daher diese Axe sich in der Ebene der Zurückwerfungs-Kräfte, durch welche die Polarisation auf dem Spiegel A bewirkt wurde, befand, werden dagegen die von dem zweyten Gläse ausgehenden Zurückwerfungs-Kräfte unvermögend seyn, sie ihrerseits in ihre Zurückwerfungsebene zu bringen. Hieraus ist klar, daß diese Axe es sey, von welcher die Eigenschaften der Lichttheilchen abhängen. Daher soll sie die Axe der Polarisation des Lichtes genannt, und dabey zugleich vorausgesetzt werden, daß ihre Lage auf eine gleichförmige und unveränderliche Art in jedem Lichttheile bestimmt sey. Der Kürze wegen soll auch die Axe cz die Fortbewegungsaxe genannt werden; diese wird jedoch nicht in jedem Lichttheile unveränderlich angenommen, sondern blos in Bezug zu seiner jedesmaligen Richtung betrachtet, um dem Lichttheile die Freyheit zu lassen, sich um seine Polarisationsaxe zu drehen. Nach diesen Erörterungen lassen sich alle bisher erhaltene Resultate sehr einfach und deutlich in folgendem Satze aussprechen:

Wird ein Lichtstrahl von einer polirten Fläche unter einem Winkel zurückgeworfen, welcher die vollständige Polarisation bewirkt, so liegt die Polarisationsaxe aller zurückgeworfenen Lichttheilchen in der Zurückwerfungsebene, und ist senkrecht auf die gerade bestehende Fortbewegungsaxe dieser Theilchen.

Drehen sich die einfallenden Lichttheilchen auf eine Art, welche die Erfüllung dieser Bedingung unmöglich macht, so werden sie nicht zurückgeworfen werden, wenigstens nicht unter dem Einfallswinkel, welcher die vollständige Polarisation bestimmt. Dieser Fall ereignet sich, wenn die Polarisationsaxe der einfallenden Lichttheilchen senkrecht auf der Einfallsebene, und der Einfallswinkel überdem auf die gehörige Art bestimmt worden ist.

Allgemein, wenn eine polirte Fläche einen polarisirten Strahl unter einem Winkel empfängt, unter welchem sie selbst eine vollständige Polarisation bewirken würde, und man läßt sie so um diesen Strahl drehen, daß des-

sen Neigung gegen sie unverändert bleibt, so stehe die Menge des Lichtes, welche sie in den verschiedenen Lagen zurückwirft, mit dem Quadrate des Cosinus des Winkels, den die Einfallsebene auf ihrer Oberfläche mit der Polarisationsaxe macht, im Verhältnisse.

Geht das Licht durch einaxige Krystalle hindurch, so werden die Lichttheile auf verschiedene Art polarisirt. Die Polarisationsaxe derjenigen, welche den gewöhnlichen Strahl ausmachen, liegt in einer durch die Axe der fortschreitenden Bewegung dieses Strahls, und durch eine mit der Axe des Krystalls gleichlaufende gerade Linie gelegten Ebene. Bey denjenigen Lichttheilen, aus welchen der ungewöhnliche Lichtstrahl gebildet ist, steht die Polarisationsaxe senkrecht, welche auf ähnliche Art durch ihre Fortbewegungsaxe und durch eine mit der Axe des Krystalles gleichlaufende Linie gelegt wird.

Wenn demnach gesagt wird, daß ein Lichtstrahl auf die gewöhnliche Art in Hinsicht einer Ebene polarisirt sey, so heißt dieß so viel, daß die Polarisationsaxe der Lichttheilchen, aus welchen er besteht, in dieser Ebene liegt, oder, um es kurz auszudrücken, diese Ebene sey ihre Polarisationsebene. Wenn dagegen gesagt wird, daß der Lichtstrahl in Beziehung auf eine Ebene polarisirt sey, so bedeutet dieß so viel, daß die Polarisationsaxe der Lichttheile, aus welchen er besteht, senkrecht auf dieser Ebene stehe.

Bey zweyaxigen Krystallen, welche nach den weiter oben angeführten Umständen die nämliche Rolle in den Erscheinungen der doppelten Berechnung spielen, wie in den einaxigen, muß die Richtung der Polarisation zwischen die beyden Axen fallen, und daraus ergiebt sich folgendes allgemeines Gesetz: Man gedenke sich durch jede der Axen des Krystalls und durch den Lichtstrahl, welcher die gewöhnliche Brechung erfährt, eine Ebene gelegt. Durch denselben Strahl gedenke man sich eine dritte Ebene, welche den Neigungswinkel, den die beyden ersten bilden, mitten hindurch theilt. Die Lichttheilchen, welche die ge-

wöhnliche Brechung erfahren haben, werden in der Richtung dieser mittleren Ebene polarisirt; die Lichttheilchen dagegen, welche eine ungewöhnliche Brechung erlitten haben, werden senkrecht auf die mittlere Ebene polarisirt, welche man sich auf dieselbe Art durch den ungewöhnlichen Strahl gelegt gedenkt. Biot hat besonders durch eine Reihe von Versuchen mit zweyaxigen Krystallen nachgewiesen, daß die Polarisation des Lichtes dieser allgemeinen Regel zu Folge jedesmal in denselben bestimmt werden konnte.

Geht ein bereits polarisirter Lichtstrahl senkrecht durch ein Rhomboid aus Isländischem Krystall hindurch, so ist die Lichtmenge, welche im Zustande des gewöhnlichen Lichtstrahls beym Durchgange sich verhält, dem Quadrate des Cosinus des Winkels, welchen der Hauptschnitt des Krystalls mit der Polarisationsaxe des Strahls bildet, proportional; die Lichtmenge hingegen, welche im Zustande des ungewöhnlichen Strahls hindurch geht, steht mit dem Quadrate des Sinus desselben Winkels im Verhältnisse. Beyde Arten von Polarisation beziehen sich auf die Ebene des Hauptschnittes. Ob das von Malus angeführte Gesetz, auch bey den zweyaxigen Krystallen seine Anwendung findet, ist, so viel sich auch besonders Biot, Brewster und andere damit beschäftigt haben, bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden.

Die Zurückwerfung und die doppelte Brechung sind nicht die einzigen Umstände, unter welchen die Polarisation des Lichtes bewirkt werden kann. Malus und Biot haben zu gleicher Zeit gefunden, daß sie auch bey der Brechung von nicht krystallinischen Körpern Statt finde. Nach Biot wird diese Erscheinung auf folgende Art sehr anschaulich gemacht.

Die Hauptsache, auf welche es hiebey ankommt, ist diese. Man ordnet eine Vorrichtung von mehreren parallelen Glastafeln, welche durch Zwischenräume von Luft von einander getrennt sind. Läßt man nun auf diese parallelen Schichte von Glastafeln einen Lichtstrahl schräg

auffallen, so wird das hindurch gelassene Licht ganz oder zum Theil so modificirt, als wenn es durch einen krystallisirten Körper hindurch gegangen wäre. Denn wenn man es nach seinem Austritt durch ein Rhomboid vom Isländischen Krystall hindurch gehen läßt, so theilet es sich in der Regel in zwey Lichtbündel von ungleicher Intensität. Ja, wenn man die Anzahl der parallel geordneten Glastafeln hinreichend vermehrt, so finden vier auf einander rechtwinklichte Lagen des Rhomboids Statt, in welchen der Strahl sich nicht theilt; alsdann verhält sich das hindurchgegangene Licht vollkommen so, als wenn es vollständig nach einer Richtung polarisirt worden wäre.

Diese Erscheinung hängt nicht allein von einem gewissen Einfallswinkel des Lichtstrahls auf die Glasplatten ab; sie beginnt, so wie der Lichteinfall aufhört, lothrecht zu seyn; der Theil des hindurchgegangenen Lichtes, welcher die Kennzeichen des directen Lichtes beybehält, vermindert sich in dem Verhältnisse, in welchem der auf die Glastafeln einfallende Lichtstrahl schiefer wird; endlich, wenn diese zahlreich genug sind im Verhältniß gegen die Intensität des einfallenden Strahles, gibt es eine Grenze, bey welcher alles hindurch gelassene Licht nach einer einzigen Richtung polarisirt ist. Wenn diese Grenze einmal erreicht ist, so dauert nachmals dieselbe Eigenschaft für alle andere schiefe Richtungen fort, in dem Verhältnisse, wie der einfallende Strahl sich mehr dem Parallelismus mit den Glastafeln nähert.

Die Menge der Tafeln, welche erforderlich ist, um auf diese Art eine vollständige Polarisation zu erhalten, hängt von der Intensität des auffallenden Lichtes, und von der Natur der Substanzen, aus welchen die Tafeln gebildet sind, ab. Zehn Glastafeln reichen hin, um vollständig das Licht der untergehenden Sonne zu polarisiren; dagegen genügen zwey Goldblättchen, die nämliche Wirkung bey jedem Stande der Sonne hervorzubringen. Nur muß man Sorge tragen, daß diese Blättchen und Glastafeln von einander entfernt und unter sich pa-

rallel angeordnet sind. Auch kann man auf diese Art das Licht durch flüssige Schichten polarisiren, wie z. B. solche, welche durch Seifenwasser entstehen, wenn man ein Kartenblatt, welches im Innern ausgeschnitten ist, hineintaucht; indessen ist es schwierig, zu gleicher Zeit eine hinreichend große Anzahl derselben hervorzubringen, damit die Polarisation vollständig seyn könne.

Wendet man eine sehr große Anzahl von Glastafeln z. B. 40 oder 50 an, und läßt sie auf das Licht, das durch eine Lichtflamme hervorgebracht wird, wirken, so bemerkt man einen großen Unterschied der Intensität des hindurchgelassenen Lichtes bey verschiedenen Tiefen. Diese Intensität, welche anfänglich bey dem lothrechten Einfallen sehr schwach ist, nimmt mit dem Verhältnisse zu, in welchem der einfallende Strahl gegen die Tafeln eine schrägere Lage erhält. Sie erreicht das Maximum, wenn der Strahl mit ihrer Oberfläche einen Winkel von 35° 25′ macht; welches derselbe Winkel ist, unter welchem die Zurückwerfung von einer Glasplatte das Licht vollständig polarisirt. Ueber diese Grenze hinaus nimmt die Intensität aufs neue ab, wenn die Schiefe fortwährend zunimmt, ja diese Abnahme ereignet sich schneller, als sie anfänglich zunahm. Bey dem Maximum wird alles von den auf einander folgenden parallelen Glasscheiben zurückgeworfene Licht völlig polarisirt; und zwar, wie bey der Polarisation durch Zurückwerfung auf eine Spiegelfläche ist gezeigt worden, so, daß die Polarisationsaxe der zurückgeworfenen Lichttheile sich in der Zurückwerfungsebene befindet. Verdoppelt oder verdreyfacht man nun bey diesem Einfallswinkel die Anzahl der Glasscheiben, so wird, wenn einmal das hindurchgegangene Licht vollkommen polarisirt ist, sich seine Intensität nicht im geringsten verändern. Es behält vollkommen denselben Glanz, wie groß auch die Anzahl der parallel geordneten Glasscheiben ist. Es muß also das Licht auf eine solche Art polarisirt seyn, daß es der stetigen und successiven Zurückwerfung entgeht, welche die Glasscheiben darauf zu äußern stre-

ben. In der That, wenn man die letzte Platte parallel von den vorigen so weit entfernt, daß man die durch sie hervorzubringende Zurückwerfung beobachten kann, findet man sie wirklich Null. Hierdurch erhält man die Gewißheit über die Richtung, nach welcher das durchgegangene Licht sich polarisirt hat. Da es nachher frey durch die folgenden Scheiben hindurchgeht, so muß es in einer auf der Ebene, in welcher die Brechung erfolgt, senkrechten Richtung polarisirt worden seyn.

Auch wurde, besonders durch Herrn Brewster, bemerkt, daß die Erscheinungen der Polarisation in den blätterigen, ja selbst in den krystallisirten Körpern Statt finden, wenn das Licht nach der Richtung ihrer Schichten durch sie hindurchgeht. Vorzüglich fand Brewster noch mehr, als Biot, daß diese Eigenschaften einen eigenen Zusammenhang mit der Krystallisation der krystallisirten Körper besitzen, und gründete sogar darauf ein neues von ihm genanntes optisches Mineralsystem. Wenn z. B. aus dem Achat eine Platte lothrecht auf seine Schichten geschnitten wird, so findet man, daß sie gleichlaufend mit ihrer Oberfläche einen großen Theil des durch sie hindurchgehenden Lichtes polarisirt, und selbst alles Licht, wenn sie hinreichend dick ist, oder, wenn der Strahl, welchem man sie aussetzt, keine zu starke Intensität besitzt. Hieraus erhellet, daß, wenn man die Platte einem Strahle, welcher senkrecht auf die Richtung ihrer Adern polarisirt ist, aussetzt, sie keinesweges die Lichttheilchen in den Richrung zu drehen vermöge, welche erfordert wird, um ihn hindurch zu lassen, mithin hält sie ihn gänzlich auf. Dagegen bemerkt man, wenn die Polarisationsebene parallel mit den Adern des Achats ist, daß die Lichttheilchen von Natur sich so geordnet finden, wie die einwirkende Kraft des Achats sie ordnen würde, daß mithin der Lichtstrahl hindurchgeht, indeß in jedem Falle wegen unvollkommener Durchsichtigkeit geschwächt wird. Dreht man den Achat auf diese Art, daß man von einer seiner Lagen in die andere übergeht, so nimmt

die Intensität des Lichtes stufenweise ab. Diese Erscheinungen finden aber nur bis zu einer gewissen Grenze der Dicke Statt.

Wenn der Achat hinreichend dünn ist, so läßt er mit einer dem Anschein nach gleichförmigen Leichtigkeit alle Lichttheilchen hindurch, nach welcher Richtung sie auch polarisirt seyn mögen, und nimmt alle Eigenschaften der mit doppelter Brechung begabten Krystalle wieder an. Man sieht hieraus, daß man im Achat zwey Arten von polarisirenden Kräften unterscheiden müsse, von welchen die eine von der Art der Krystallisirung seiner Theilchen, die andere von der Anordnung der Heterogenität der Schichten abhängt, aus welchen er gebildet ist.

Herr Biot hat im Turmalin ähnliche Erscheinungen wahrgenommen, und sie sind in demselben noch weit sonderbarer; denn wenn der Turmalin rein ist, so bemerkt das Auge keinen Anschein von fremdartigen Schichten an demselben; er ist selbst alsdann sehr durchsichtig, und seine Farbe allein, die häufig ein dunkeles Grün ist, scheint seiner Durchsichtigkeit hinderlich zu seyn. Schneidet man aus dem Turmalin ein dünnes Prisma, dessen Kanten parallel mit seiner Axe sind, und betrachtet durch dasselbe einen dünnen Gegenstand, z. B. eine Nadel, indem man es der größern Leichtigkeit wegen durch ein gläsernes Prisma achromalisirt; so findet man, daß der dünnste Theil des Turmalins zwey gebrochene Bilder der Nadel hindurch läßt, die sogar, wenn man auf eine schickliche Art die Einfallsebene dreht, zu einer fast gleichen Intensität gebracht werden können. Verrückt man aber nach und nach das Auge, um den Gesichtsstrahl nach dem dickern Ende hinzulenken, so bemerkt man, daß eins der Bilder nach und nach schwächer wird, und endlich ganz verschwindet. Das andere Bild fährt fort hindurch zu gehen, bloß mit einer Verminderung der Helligkeit, welche von dem Mangel an Durchsichtigkeit herrührt. Untersucht man die Lichttheilchen, aus welchen es gebildet ist, so findet man sie in einer

auf den Kanten des Prisma senkrechten Richtung polarisirt, welche selbst mit der Krystallisationsaxe parallel sind. Auf diese Art äußert demnach der in dieser Richtung geschnittene Turmalin, wenn er dünn ist, die doppelte Brechung und die einfache Brechung, wenn er dick ist; diejenige aber, welche er beybehält, ist die ungewöhnliche.

Gesetzt, es wären die beyden entgegengesetzten Flächen eines Turmalins polirt, so daß er eine Platte mit parallelen Flächen darstelle, deren Dicke größer ist, als diejenige, wobey die beyden Brechungen durch seine Substanz hindurch sichtbar sind, eine Dicke, welche im allgemeinen verschieden ist, je nachdem seine Farbe stärker oder schwächer ist. Läßt man nun auf eine solche Platte senkrecht Licht auffallen, welches von einem selbstleuchtenden Körper, als z. E. einer Lichtflamme, ausgegangen ist, und vorher keine Polarisation erfahren hat, so wird alles hindurchgegangene Licht nach einer einzigen Richtung polarisirt, welche auf der Axe des Turmalins senkrecht ist. Es wirkt daher die Platte des Turmalins auf die durch sie hindurchgehenden Lichttheilchen so, daß sie dieselben nach dieser Richtung dreht. Auch wirklich, wenn man diesen Platten einen polarisirten Strahl darbietet, dessen Polarisationsebene senkrecht auf ihrer Axe ist, lassen sie ihn durch; ist aber diese Polarisationsebene mit ihrer Axe parallel, so verwehren sie ihnen den Durchgang völlig. Mit der Drehung der Platte, indem das einfallende Licht beständig senkrecht bleibt, schwächt sich das Hindurchgehen des Lichtes nach und nach. Hieraus erhellet, daß, wenn man zwey solche Platten so über einander legt, daß sich ihre Axen rechtwinklicht durchkreuzen, der ganze Raum, welchen die sich deckenden Platten einnehmen, undurchsichtig wird, von welcher Art auch das auffallende Licht seyn, und was für eine Modification man ihm auch zuvor gegeben haben mag; denn die zweyte Platte hielt nothwendig dasjenige Licht zurück, welches die erste durchgelassen hatte.

Biot fand, daß diese Erscheinungen nur in so weit Statt finden, als die Dicke der Platten gewisse Grenzen überschreitet, welche verschieden sind, je nachdem die Klarheit ihrer Substanz und die Intensität des Lichtes, dem sie ausgesetzt werden, beschaffen sind. Bey größerer Dünne fangen sie an, einiges Licht in der Richtung ihrer Axe polarisirt hindurch zu lassen; bey noch geringerer Dicke endlich lassen sie das Licht fast eben so gut, als die andern durch, und kehren dann unter die gewöhnlichen Gesetze der andern mit doppelter Brechung begabten Krystalle zurück.

Nahm Biot aufs neue das achromatisch gemachte Prisma des Turmalins vor, welches zu den ersten Versuchen dieses Gegenstandes diente, so entdeckte er daran noch eine andere sehr bemerkenswerthe Erscheinung, nämlich daß die beyden, durch seinen dünnsten Theil sichtbaren Bilder eines weißen Gegenstandes nicht von der nämlichen Farbe sind. Das gewöhnliche Bild, welches in größern Dicken verschwindet, ist gelblich grün; das ungewöhnliche, welches alsdann noch bleibt, ist auffallend weiß. Man kann diesen Versuch mit dem weißen Lichte der Wolken machen, welches durch Zurückwerfung von einem schwarzen Spiegel polarisirt wurde, oder mit dem strahlenden Lichte einer weißen Stecknadel; der Erfolg ist stets der nämliche. Die Weiße des fortdauernden Bildes, wenn das andere bereits gefärbt ist, beweist, daß diese Erscheinung nicht von einer ungleichen Vertheilung der Lichttheilchen zwischen beyden Brechungen, der gewöhnlichen und ungewöhnlichen, herrühre, wie man beym ersten Anschein wohl zu glauben geneigt seyn könnte; denn alsdann müßte das bleibende Bild die Ergänzungsfarbe des andern zeigen. Die Veränderung des letztern ist daher ein Erfolg, welcher später eintritt, als die Vertheilung des Lichtes zwischen beyden Brechungen, und es erhellet, daß die blauen und violetten Lichttheilchen, die in diesem Bilde fehlen, ungleich leichter von der Substanz des Turmalins verschluckt werden, wenn man

sie gleichlaufend mit seiner Axe polarisirt, als wenn dieß lothrecht geschieht.

Wenn man daher eine Turmalinplatte von nicht zu großer Dicke bildet, und alsdann senkrecht auf sie einen weißen Lichtstrahl fallen läßt, so folgt aus dieser Eigenschaft, daß von diesem Lichtstrahle, welcher zuvor nach einer einzigen Richtung polarisirt worden ist, ein Theil, der durch die Platte hindurchgeht, seine Farbe ändern wird, so wie man die Platte in ihrer Ebene herumdreht. Denn wenn der Hauptschnitt mit der ursprünglichen Polarisationsebene des Strahls zusammenfällt; so wird alles durchgehende Licht dem gewöhnlichen Strahl angehören: dagegen dem ungewöhnlichen, wenn der Hauptschnitt senkrecht auf die ursprüngliche Polarisationsebene wird; woraus folgt, daß man in diesen beyden Fällen eine verschiedene Farbe beobachten wird. Die Zwischenlagen werden endlich eine Vermischung dieser beyden Strahlen, und mithin eine Vermischung der beyden Farben geben.

Noch eine andere Folge eben dieser Eigenschaft ist diese: wenn man durch einen Turmalin ein weißes nicht polarisirtes Licht betrachtet, z. B. das der Wolken, und den durchgegangenen Theil mittelst eines Prismas vom Isländischen Spath, dessen Hauptschnitt mit der Axe des Turmalins parallel ist, analysirt, so werden sich die Lichtbündel, auf welche der Turmalin verschiedene Brechungen geäußert hat, im Prisma aus Isländischem Spath trennen, insbesondere, wenn man jedes fremde Licht ausschließt, indem man das Mineral vor ein kleines, in eine Karte gestochenes, Loch bringt. Es wird selbst geschehen können, daß diese beyden Lichtbündel in ihrer Gesammtheit schon dem bloßen Auge besonders gefärbt erscheinen, und zwar mit der Art Farbe, welche im gewöhnlichen Lichtbündel vorwaltet, weil die Lichttheilchen, welche dieses verloren hat, keine Ergänzung durch das andere Lichtbündel erhalten; auch wird es leicht seyn, diese Erscheinung der Färbung von der Wirkung einer bloßen

Verbreitung eines Farbenstoffs zu unterscheiden; denn da sie von der doppelten Brechung des Krystalls abhängt, so wird die Intensität und mannichmal die Beschaffenheit der beobachteten Farben nach verschiedenen Richtungen verschieden seyn.

Herr Arago hatte lange zuvor, ehe Herr Biot die angeführten Beobachtungen am Turmalin gemacht hatte, die Farbenerscheinungen an gewissen Stücken Schwerspaths wahrgenommen; allein die Umstände, welche sich in Begleitung derselben zeigten, verstatteten es nicht, über die Ursache, von welcher sie abhängen, ein bestimmtes Urtheil zu fällen. In den Jahren 1818 und 1819 hat Herr Brewster *) an mehreren Substanzen, welche mit doppelter Brechung begabt sind, dergleichen Farbenerscheinungen wahrgenommen, welche nachher auch von Biot sind beobachtet worden. Zu diesen Substanzen gehören der gelbe Topas, der Beryll-Smaragd, Corund und überhaupt alle Arten farbiger Krystalle, welche das Vermögen der doppelten Brechung besitzen. Die Verschluckung, welche sich an den beyden Lichtbündeln, in denen das Licht in diesen Krystallen gespalten wird, ungleich äußert, modificirt die örtliche Farbe, welche sie durchlassen; und da diese Modification nach der Richtung der Strahlen in Beziehung zu den Axen des Krystalls verschieden ist, so bringt sie die Verschiedenheit der Färbung oder den so genannten Dychroismus mit sich, den eine große Menge dieser Krystalle, durch verschiedene Flächen betrachtet, zeigen. Zur Erzeugung dieses Phänomens ist aber nicht hinreichend, daß die Substanzen gefärbt sind; denn es erscheint nicht in allen gefärbten Exemplaren desselben Minerals vor, und die, nicht mit doppelter Brechung versehenen, Substanzen zeigen es niemals, wie lebhaft sie auch gefärbt seyn mögen. Es ergiebt sich von selbst, daß die Farbenverschiedenheiten in den Krystallen, worin sie vorkommen, nie nach der Richtung der Axen beobach-

*) Philosoph. Transact. for the year 1819. P. I. p. 11 sqq. p. 145 sq.

tet werden, indem die doppelte Brechung und die davon abhängenden Wirkungen in einem solchen Falle aufhören Statt zu finden. Wird aber in diesem Falle das durchgegangene Licht mittelst eines Prisma aus Isländischem Spath analysirt, so zeigt es zwey Lichtbündel von gleicher Farbe. Uebrigens hat man darüber noch keine gehörige Kenntniß, wie nach den andern Richtungen die Farben sich mit der Richtung der Lichtbündel gegen die Axen jedes Krystalls ändern, und das Gesetz dieser Veränderung scheint um so schwerer aufzufinden, da sie nicht in allen Exemplaren eines und des nämlichen Minerals beständig ist, und oft die Beschaffenheit nicht minder als die Intensität der Farbe betrifft. So fand Biot an einem Würfel Schwerspaths, an welchem Arago zuerst die Farbenerscheinungen beobachtet hatte, daß, wenn er successiv einen weißen Strahl durch die drey Paare gegenüberliegenden Flächen gehen ließ, und die Lichtbündel durch ein achromatisches Prisma Isländischen Spaths analysirte, sich die Farben der beyden Lichtbündel für das erste Paar dunkel violet und gelblich grün; für das zweyte bläulich violet und fast vollkommen weiß, endlich für das dritte grünlich gelb und violet von kaum merklicher Intensität zeigte.

Dieser Dychroismus der Lichtbündel, welche aus einem Krystall ausgetreten sind, ist, wo er sich zeigt, ein sicheres Kennzeichen der doppelten Brechung. Ja man kann selbst, je nachdem sich in den in verschiedenen Richtungen durchgehenden Farben, Dychroismus oder Gleichartigkeit zeigt, von der Zahl und Lage der Axen im Mineral urtheilen. Auf diese Weise erkennt man z. B., daß die Turmalinkrystalle eine einzige, und mit ihrer Länge parallele, Axe haben. Denn die Farbe, welche sie der Queere nach durchlassen, ändert sich nicht, wenn man auch den Krystall rings umdreht, wofern die Dicke gleich bleibt.

Brewster beobachtete, daß die Einwirkung der Wärme den Dychroismus auf eine dauerhafte Weise mo-

dificirte, indem sie ihn bald vernichtete, bald dagegen hervorbrachte.

Die Wirkungsart, welche die Platten des Turmalins auf das Licht äußern, macht sie allgemein sehr geschickt, um auf eine leichte nnd sichere Art zu bestimmen, nach welcher Richtung der Strahl polarisirt wird; denn man darf nur die Richtung aufsuchen, in welcher sie ihn zurückwerfen, und die Axe der Platten wird alsdann gleichlaufend mit der Polarisationsaxe seyn. Man kann diesen Versuch leicht mit einem Strahl, der in einer bekannten Richtung ausdrücklich durch Zurückstrahlung polarisirt worden, anstellen.

Wenn man auf diese Art zwey Bilder eines Gegenstandes, der durch ein Prisma vom Isländischen Doppelspath gesehen wird, welches mit der Krystallisationsaxe parallel geschnitten worden, analysirt, so wird das am weitesten abgelenkte Bild parallel mit der Axe, das am wenigsten abgelenkte Bild senkrecht auf die Axe polarisirt seyn. Ganz das Entgegengesetzte nimmt man an einem Prisma aus Bergkrystall wahr, welches in derselben Richtung ist geschnitten worden. Hier ist das am weitesten abgelenkte Bild senkrecht auf die Axe, das am wenigsten abgelenkte parallel mit derselben polarisirt. Dieß rührt daher, weil die doppelte Brechung des Isländischen Spathes abstoßend, die des Bergkrystalls anziehend ist. Vermöge dieses Umstandes erfährt das gewöhnliche Bild in dem Prisma aus Isländischem Spath die stärkste von beyden Brechungen, und im Bergkrystall die schwächste. Man sieht also, daß sowohl in dem einen als in dem andern Falle dieses Bild gleichlaufend mit der Axe des Krystalls polarisirt, und das ungewöhnliche Bild stets senkrecht darauf ist. Bisher ist dieses in allen einaxigen Krystallen beobachtet worden, sie mögen eine doppelte Brechung anziehender oder abstoßender Natur äußern; auch beobachtet man dieselbe Eigenschaft in allen zweyaxigen Krystallen, wenn die Flächen der Prismen so symmetrisch in Beziehung der Axen sind angeordnet worden,

wie oben angegeben worden ist. Man kann daher sich dieser Erscheinung als eines Kennzeichens bedienen, um auszumitteln, welches Bild das gewöhnliche und welches das ungewöhnliche ist, nach bloßer Untersuchung seiner Polarisation. Dieses Kennzeichen kann auch dazu dienen, zu bestimmen, ob ein gegebener Krystall anziehend oder abstoßend ist, ohne daß es nöthig wäre, daraus ein Mikrometer mit doppeltem Bilde zu verfertigen. Denn es ist hinreichend, ein Prisma parallel mit der Axe zu durchschneiden, und die Richtung der Polarisation der Bilder, welche durch dasselbe gesehen werden, zu beobachten. Wird nämlich dasjenige, welches am meisten abgelenkt ist, parallel mit der Axe des Prisma polarisirt, so ist die gewöhnliche Brechung die stärkste und der Krystall abstoßend; ist dasselbe Bild senkrecht auf die Axe polarisirt, so ist der Krystall anziehend.

Arago hatte die Entdeckung gemacht, daß bey der Erscheinung der Zurückwerfung der Theil des Lichtes, welcher ohne Unterschied nach allen Richtungen zurückgeworfen wird, größtentheils auf die Zurückwerfungsebene senkrecht polarisirt wird. Diese Thatsache läßt sich nach Biot mittelst einer Turmalinplatte auf folgende Art leicht darthun. Man lasse einen Sonnenstrahl in ein dunkles Zimmer treten, und ihn auf die Oberfläche eines durchsichtigen oder undurchsichtigen Körpers fallen; alsdann kann man den Einfallspunkt an jeder beliebigen Stelle, nur nicht in der Richtung der spiegelnden Zurückwerfung, durch eine Turmalinplatte betrachten. Dreht man hierauf diese Platte allmählig um die Richtung der Strahlen, durch welche dieser Punkt sichtbar wird, so wird man in der Helligkeit des Bildes eine sehr merkliche Veränderung beobachten. Es wird am glänzendsten erscheinen, wenn der Turmalin die Strahlen durchläßt, welche sich parallel mit der Einfallsfläche polarisirt finden, und am dunkelsten, wenn die Strahlen zurückgeworfen werden. Dieser Erfolg findet Statt, aus welchem Standpunkte auch der Einfallspunkt betrachtet wird, folglich

in welche Zurückstrahlungsebene man sich auch stellen mag. Man sieht hieraus, daß das in jeder dieser Ebene zurückgeworfene Licht ein überwiegendes Verhältniß von Lichttheilchen enthält, welche senkrecht auf die Richtung dieser Ebenen polarisirt sind; gerade so, als wenn die Zerstreuung dieses Lichtes durch eine sehr schiefe Brechung hervorgebracht wäre, welche sich nach jeder Zurückstrahlungsebene geäußert hätte, während es bis zu einer sehr kleinen Tiefe in die zurückwerfende Substanz eindrang.

Biot hatte diesen Versuch auf der äußern Oberfläche mehrerer Rhomboiden aus Isländischem Spathe wiederholt, indem er die Einfallsebene des Strahls in Beziehung auf den Hauptschnitt in verschiedene Richtungen brachte, welches sich durchs Umdrehen des Krystalls bewerkstelligen ließ. Der Antheil Licht, welcher in der Richtung der Oberfläche vermöge der unregelmäßigen Zurückwerfung polarisirt worden, blieb stets derselbe. Auch befestigte er mehrere Stücke von Isländischem Spath, welche in sehr verschiedenen Richtungen gegen die Axe genommen waren, mit den Seiten an einander, und ließ alle zusammen poliren, so daß sie eine gemeinschaftliche Oberfläche erhielten. Der Winkel der vollständigen Polarisation fand sich ganz gleich, die Zurückwerfung des Lichtes mochte erfolgen, auf welchem Stücke man wollte; eben so wenig fand dabey eine Verschiedenheit in Hinsicht der Richtung oder Intensität der durch die strahlende Zurückwerfung hervorgebrachten Polarisation Statt. Biot schließt hieraus, daß diese letztere Art der Zurückwerfung, unerachtet sie sich auf Lichttheilchen äußert, welche die ersten Schichten des Krystalls durchdringen lassen, dennoch in Tiefen Statt findet, wo die aus der Krystallisation hervorgehenden Kräfte noch nicht bemerkbar sind. Eben dieß findet auch bey der regelmäßigen Zurückwerfung Statt, welche sich aber außerhalb des Krystalles äußert. Dieß gilt jedoch nur für die zuvor durch Kunst polirten Oberflächen. Brewster hatte bemerkt, daß, wenn man das Licht von Flächen zurückwerfen läßt, welche die na-

türliche Politur haben, und welche oft von einer groß
Vollkommenheit ist, der Winkel, unter welchem die vo
ständige Polarisation auf diesen Oberflächen zu Stan
kommt, von ihrer Neigung gegen die Axen des Krystall
dem sie angehören, abhängt, und sich auch noch auf d
nämlichen Oberfläche je nach der Richtung der Einfall
ebene ändert. Diese Bemerkung, führt Biot an, wi
wohl sie sehr unerwartet scheinen könne, stehe doch nich
im Widerspruche mit der vorigen. Denn in den Ober
flächen, welche die Krystallisation erzeuge, könne die Po
litur von einer regelmäßigen und eigenthümlichen Anord
nung der Elementartheile herrühren, welche die künst
liche Bearbeitung vielleicht zerstöre.

Bey den bisher angeführten Versuchen der doppelten Brechung wurden beyde Strahlen stets nach zwey rechtwinklichten Richtungen polarisirt. Es sind dieß aber auch die wirklichen Anordnungen, welche die Axen der Lichttheilchen im Innern der Krystalle annehmen; und wenn sie dieselben besitzen, so behalten sie sie in jeder andern weit beträchtlichern Tiefe bey. Später hat jedoch Biot entdeckt, daß sie nicht plötzlich bey ihrem Eintritt in den Krystall diese Anordnung annehmen, sondern nach und nach dazu gelangen, und zwar in um so größern Tiefen, je geringer die anziehende oder zurückstoßende Kraft ist, welche sie anregt, so daß, wenn man auf eine zweckmäßige Art die Richtung des einfallenden Strahls in Beziehung auf die Axe, von welcher die Kraft ausgeht, verändert, man stets die Tiefe bemerkbar und unsern Massen zugänglich machen kann. Bis hieher ist die Richtung der Polarisation regelmäßig, nicht fest. Die Lichttheilchen drehen, während sie fortschreiten, ihre Axen, wie durch eine Art von Schwingung, abwechselnd nach einer und der andern Seite der Ebenen, in deren Richtung sie zuletzt kommen sollen. Herr Biot bezeichnet diesen Zustand mit dem Namen der beweglichen oder wechselnden Polarisation, und wendet den Ausdruck feste

oder beständige Polarisation auf den entscheidenden Zustand der Lichttheilchen an.

Zu diesen Resultaten wurde Biot durch eine interessante Beobachtung Arago's über die dünnen Scheiben des Glimmers und des Kalkspathes geführt. Es bemerkte nämlich derselbe, als er dergleichen Blättchen einem polarisirten Lichtstrahle aussetzte, und das dadurch erzeugte hindurchgehende Bild durch ein Prisma von Isländischem Spath betrachtete, daß es sich in zwey verschiedentlich gefärbte Bündel theile, deren Farbenabstufungen, welche zuweilen regelmäßig, zuweilen veränderlich sind, sich sowohl mit der Dicke der Blättchen, als auch mit ihrer Lage in Beziehung auf die Axen der Lichttheilchen, welche durch sie hindurchgehen, verändern. Dieß waren Wirkungen der beweglichen Polarisation. Ueberdem fand auch Arago, daß analoge Farben erzeugt wurden, wenn das polarisirte Licht durch Platten Bergkrystall und selbst von Flintglas von einer gewissen Dicke hindurchgegangen war. Biot bemerkt, daß auch dieß Wirkungen derselben Art waren; nur waren die Kräfte so schwach, daß die bewegliche Polarisation sich durch die ganze Dicke der Prismen erhielt, und diese Schwäche rührte im Krystall von der Richtung des Schnitts, im Flintglase von einer anfangenden Krystallisation her.

Zur Entwickelung der Gesetze dieser Erscheinungen, ist unumgänglich nothwendig, sie mittelst der oben angegebenen Polarisationsmaschine zu beobachten, welche verstattet, die krystallisirten Blättchen in alle mögliche bekannte Lagen in Beziehung auf die Axen der Lichttheilchen zu bringen. Ein durch Zurückwerfung auf einer Glastafel polarisirter Lichtstrahl fällt lothrecht auf ein rhomboidales Prisma aus Isländischem Spathe, das achromatisch gemacht worden, und sich auf einem eingetheilten Kreise bewegt. Anfänglich dreht man das Prisma so, daß das hindurchgegangene Licht genau nur ein einziges gewöhnliches Bild giebt; in welchem Falle der Hauptschnitt des Prisma mit der Ebene der Polarisation des

Strahls parallel wird; hierauf bringt man die krystallisirte Scheibe dazwischen, indem man sie in einer bekannten Lage an dem zweyten Ringe des Apparats befestiget. Dann lenkt seine Wirkung als Krystall allgemein die Axen einer gewissen Anzahl Lichttheilchen ab, veranlaßt im rhomboidalen Prisma die Entstehung eines ungewöhnlichen Bildes, und, indem man die Umstände beobachtet, unter welchen dieses Bild verschwindet, so wie die Perioden der Intensität, durch die es bey den verschiedenen Lagen der Scheiben und des Rhomboids hindurchgeht, langt man dahin, die neue Richtung der Polarisation, welche dem Lichtstrahl eingedruckt wurde, zu bestimmen. Man kann auch an die Stelle des Rhombaids eine zweyte Glastafel setzen, welche eine solche Richtung erhalten hat, daß der durch die erste Tafel polarisirte Strahl sich der Zurückwerfung von seiner Oberfläche entzieht. Bringt man nun die krystallisirte Platte zwischen die beyden Gläser, so wird die Zurückwerfung auf dem zweyten Glase wieder zum Vorschein kommen, und die Betrachtung der Phasen, die das Licht erhält, wird, wie im vorhergehenden, die neue Richtung der Polarisation zu erkennen geben, die durch die Platte den Axen der Lichttheilchen ertheilt wurde. In diesem Falle muß man zu der Vorrichtung einen dritten eingetheilten Rand hinzufügen, auf dem die Scheibe in den bekannten Lagen sich befestigen läßt.

Endlich, da alle Erscheinungen der Polarisation, welche ein Krystall hervorbringen kann, von der anziehenden oder abstoßenden Kraft abhängen, durch welche die doppelte Brechung bewirkt wird, so ist es unumgänglich nothwendig, die Richtung der Krystallisationsaxen in den Blättchen, die man anwenden will, zu kennen. Schon Malus gab ein Verfahren an, dieß zu beobachten in Ansehung der fixen Polarisation. Hier lassen sich folgende Gesetze darstellen: Wenn ein polarisirter Strahl durch eine dicke krystallisirte Platte mit gleichlaufenden Flächen hindurchgeht, so giebt es nur zwey Lagen, in

welchen er seine ursprüngliche Polarisation ganz beybehält, nämlich 1. wenn der Hauptschnitt der Platte parallel mit der ursprünglichen Polarisation des Strahls ist; in welchem Falle dieser in seinem gewöhnlichen Zustande gänzlich durch die Platte hindurchgeht; 2. wenn der Hauptschnitt lothrecht auf der Polarisationsebene ist, wo dann der Strahl ganz als ungewöhnlicher Strahl hindurchgeht. Hat man demnach diesen doppelten Versuch an einer krystallisirten Platte angestellt, und macht an derselben zwey Schnitte nach diesen Richtungen, so wird der eine derselben nothwendig der Hauptschnitt seyn, folglich die Axe der doppelten Brechung enthalten. Hierauf mache man parallel mit diesen Schnitten in der Platte zwey neue Flächen, und bestimme daselbst ebenfalls die Richtung, in welcher der gebrochene Strahl seine ursprüngliche Polarisation beybehält; eine dieser Richtungen muß die Axe des Krystalles seyn. Um zwischen ihnen zu entscheiden, braucht man nur Prismen zu schneiden, von welchen die eine der Flächen lothrecht ist, und unter allen diesen Prismen zu untersuchen, welches diejenigen sind, die einfache Bilder geben; denn dieß ist das Kennzeichen der Richtung der Axe.

Die Herren Brewster und Biot haben auf eine ähnliche Art die Richtungen der Axen in den zweyaxigen Krystallen zu bestimmen gesucht. Man hat nämlich nur nöthig, in ihren primitiv- oder sekundären Gestalten eine einzige Fläche zu suchen, auf deren Beziehung diese Axen eine symmetrische Lage haben. Schneidet man dann eine Platte parallel mit dieser Fläche, und läßt einen polarisirten Strahl senkrecht darauf fallen, so wird man, wie in den einaxigen Krystallen, zwey auf einander rechtwinklichte Ebenen finden, in welchen die ursprüngliche Polarisation ungestört bleibt; und eine dieser Ebenen wird die zwischen beyden Axen mitten durchgehende Linie enthalten. Nimmt man Schnitte nach der Richtung dieser Ebene vor, so wird man neue Platten mit parallelen Flächen erhalten, an welchen die nämliche Bedingung der

Symmetrie eine Wiederholung der nämlichen Prüfung gestatten wird. Die zwischen den Axen durchgehende Linie wird somit der gemeinschaftliche Durchschnitt der beyden auf einander senkrecht gemachten Schnitte seyn. Dann wird man eine Platte schneiden können, deren Flächen senkrecht auf diese Linie sind, und die völlige Bestimmung der Richtung der Axen gegen ihre Seiten wird sich dann mit Leichtigkeit bewirken lassen. Das einzige Mittel, die völlige Uebereinstimmung der Richtung des Schnittes, so wie den vollkommenen Parallelismus zwischen den Flächen der Platten zu erhalten, ist, zu den Versuchen Substanzen zu wählen, welche von Natur blätterig sind, und deren Blätter sich leicht von einander trennen lassen. Diese Eigenschaft findet sich im Fraueneis oder blätterigen Gyps und einer großen Menge Substanzen, welche man allgemein mit dem Namen Glimmer bezeichnet hat. Die Primitivgestalt des Fraueneises ist nach Haüy ein gerades vierseitiges Prisma, dessen Grundflächen schiefwinklichte Parallelogramme sind, deren Winkel 113° 7′ 48″ und 66° 52′ 12″ betragen. Die Grundflächen liegen in der Ebene der Blätter selbst, in deren Richtung sich die Substanz sehr nett und schön spalten läßt. Das System der sekundären Krystalle zeigt, daß die Krystallisation mit vollkommener Symmetrie zu beyden Seiten der Ebene dieser Blätter erfolgt; woher es denn auch kommt, daß das als Primitivgestalt angeführte Prisma seine Kanten senkrecht auf seine Grundflächen hat. Hieraus läßt sich aber auch der Schluß machen, daß die Lage der Axe oder der Axen der doppelten Brechung an dieser Symmetrie Theil haben, d. h. in der Ebene der Blätter, oder in einer darauf senkrechten Ebene enthalten seyn muß. Auf dem Wege des Versuchs erfährt man, daß die erste Lage diejenige ist, welche die Natur bewirkt hat. Brewster fand, daß der blätterige Gyps wirklich zwey Axen der doppelten Brechung besitzt, welche in der Ebene seine Blätter enthalten, und gegen einander umher 60° geneigt sind. Um ihre Richtung in Beziehung auf die

Seitenflächen des ursprünglichen Prismas angeben zu können, muß man wissen, daß bloß theoretisch die gegenseitigen Neigungen dieser Seiten bestimmt werden.

Biot bemerkt, daß die Lage der Axen der doppelten Brechung des blätterigen Gypses in der Ebene der Blätter ein Umstand ist, welcher die Regelmäßigkeit der, mit dünnen Blättchen dieser Substanz anzustellenden Versuche sehr begünstigt. Jedes solcher Blätter, hätte es auch nur die Dicke eines Hunderttheil Millimeters, ist ein eben so vollkommener Krystall, als der ganze Krystall. Verbindet man nun noch mit dieser natürlichen Einrichtung die Vorsicht, nur Krystalle anzuwenden, welche vollkommen regelmäßig und von bestimmten Umrissen sind, so wird es nicht schwer halten, die Blättchen, aus welchen sie bestehen, nach einander abzulösen, ohne ihre Regelmäßigkeit im mindesten zu ändern. Man braucht nur mit einem sehr feinen Instrumente z. B. mit einer Lanzette, den Anfang der Trennung der Blätter anzudeuten, so kann man sie nachmals mit der Hand hinwegnehmen, wie man ein Stück Goldschlägerhaut, das auf einem polirten Marmor befestiget ist, hinwegnimmt.

Ist ein solches Blättchen abgelößt worden, so bringe man es auf den Ring des Apparats mit zwey Glastafeln. Um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, denke man sich, daß der Strahl, dem man es darbietet, weiß, lothrecht, und in der Richtung des Meridians polarisirt sey. Dann wird die Ebene der Zurückwerfung auf der zweyten Tafel in die von Osten nach Westen gehende Vertikalebene gerichtet werden müssen. Nachdem nun das Blättchen dazwischen gebracht worden, und z. B. eine solche Lage erhalten hat, daß die Strahlen unter einem rechten Winkel einfallen, so wird das Licht, welches durch selbiges hindurchgegangen ist, noch weiß seyn, und fortfahren weiß zu erscheinen, man mag es entweder direct ins Auge lassen, oder senkrecht auf ein weißes Papier fallen lassen, welches ohne Unterschied die verschiedenen Theile desselben zurückwirft, ohne Rücksicht auf die

Richtung ihrer Polarisation. Läßt man es aber, ohne es aufzufangen, zu der zweyten Glastafel gelangen, welche vorher es gänzlich durchließ, so wird ein gewisser Theil desselben zurückgeworfen werden, welcher eine eigentliche Farbenabstufung besitzt, und eben dieß ist der Versuch den Arago zuerst angegeben hat. Herr Biot verfolgte diese Erscheinungen weiter und leitete davon die Gesetze der von ihm genannten beweglichen Polarisation ab, wovon man den Arikel: Farben (Th. VIII. S. 692. u. f.) nachlesen kann.

Die Herrn Arago und Fresnel haben auch vor einigen Jahren *) mit dem polarisirten Lichte ähnliche Versuche angestellt, welche D. Young in Beziehung des Phänomens der Interferenz angestellt hatte. Es war nämlich schon von Grimaldi bemerkt worden, daß die Vermischung zweyer Lichtstrahlen, welche unter zweckmäßig gewählten Umständen zugleich ins Auge gelangen, eine ähnliche Wirkung verursachet, wie der Schall; Untersuchungen darüber wurden aber zuerst von D. Young angestellt. Am besten läßt sich diese Erscheinung nach dem von Fresnel angegebenen Verfahren auf folgende Art darstellen:

Man läßt einen Sonnenstrahl in ein dunkles Zimmer fallen, welcher durch den Spiegel eines Heliostats in unverrückbarer Richtung zurückgeworfen wird, so daß er seinen Weg durch eine Lupe von sehr geringer Brennweite nehmen muß, welche ihn in dem Brennpunkte fast in einem einzigen mathematischen Brennpunkte concentrirt. Von diesem Punkte aus werden alsdann die Strahlen, aus welchen dies Lichtbündel besteht nach allen Richtungen divergiren, und einen Lichtkegel bilden, welcher sich mit der Entfernung immer mehr erweitert. In diesen Kegel bringe man in einer Entfernung von dem Vereinigungspunkte von zwey bis drey Metern zwey Metallspiegel an, welche unter einem sehr kleinen Winkel gegen einander

*) Annales de chimie et de physique. Tom. X. p. 288 sq.

geneigt sind, so daß sie die Strahlen unter fast gleichen Neigungswinkeln empfangen; und betrachte aus einer gewissen Entfernung das Bild des leuchtenden Punktes auf beyden Spiegeln zugleich. Auf diese Art erblickt man zwey Bilder desselben, getrennt durch einen Winkelabstand, welcher von der Neigung der beyden Spiegel, ihren Abständen von dem leuchtenden Punkte und der Entfernung, in welcher sich der Beobachter findet, abhängt. Außerdem aber, und dieß ist das Wesentlichste bey dieser Erscheinung, bemerkt man, wenn man das Auge mit einer Lupe von kurzer Brennweite bewaffnet, zwischen den Orten der beyden Bilder eine Reihe halber, unter einander, paralleler Streifen von verschiedenen Farben, deren Richtung senkrecht auf die beyde Bilder verbindende Linie ist. Wenn das einfallende Licht einfach ist, so zeigen sich die Streifen von der Farbe dieses Lichtes, und durch dunkle Zwischenräume geschieden. Ihre Richtung hängt nur von der Richtung der Spiegelebenen ab, nicht aber von irgend einem Einfluß, der durch ihre Ränder auf sie hätte; denn man kann jeden Spiegel um sich selbst drehen, wodurch die Lage seiner Ränder geändert wird, ohne Veränderung des gemeinschaftlichen Durchschnittes der beyden Ebenen, und die Streifen bleiben wie vorhin.

Betrachtet man nun einen der zwischen den beyden Bildern sichtbaren Streifen, so kann man nach den Lagen der Lupe, der Spiegel und des Auges die Richtung und den Gang der Lichtstrahlen berechnen, welche diesen Streifen bilden, und sowohl von dem einen als von dem andern Spiegel herkommen. Diese Berechnungen geben folgende Resultate: 1. die Mitte des zwischen den beyden Lichtpunkten begriffenen Raums nimmt einen glänzenden Streifen ein, gebildet von Strahlen, deren Wege vom Lichtpunkte bis zum Auge von gleicher Länge sind, so daß der Unterschied dieser Wege gleich Null ist; 2. der erste glänzende Streifen, rechts und links von diesem, wird durch Strahlen gebildet, deren Unterschied des Weges beständig und von einer gewissen Größe, welche

a heißen mag, ist; 3. der zweyte glänzende Streifen wird durch Strahlen hervorgebracht, deren Unterschied des Weges gleich 2 a ist; 4. im allgemeinen ist der Unterschied der Wege für jeden glänzenden Streifen eines der Glieder der Reihe o, a, 2 a, 3 a, 4 a u. s. f.; 5. die dunkeln Streifen, welche zwischen den vorigen liegen, entsprechen den Unterschieden im Wege, welche zum Ausdruck haben $\frac{1}{2}$a, $\frac{3}{2}$a, $\frac{5}{2}$a, $\frac{7}{2}$a — u. s. f.; 6. der Zahlwerth von a ist genau das Vierfache der Länge, welche Newton den Anwandlungen beylegt, für die Art einfachen Lichtes, an welchem man die Beobachtung anstellt.

Nach dem Undulationssysteme werden diese Erscheinungen auf folgende Art erklärt: der Zwischenraum a ist genau gleich der Länge einer Lichtwelle, d. h. gleich dem Abstande der Punkte des Aethers, welche in der Aufeinanderfolge der Wellen sich in demselben Augenblicke in gleicher Bewegung und gleichem Zustande befinden. Wenn die Wege der beyden interferirenden Strahlen genau um die Hälfte dieser Länge an dem Orte, wo sie sich kreuzen, unterschieden sind, so verhalten sich ihre Bewegungen und Zustände daselbst gerade entgegengesetzt, während die Phasen dieser Zustände einander ganz gleich sind. Ferner gehen die Bewegungen, welche von diesen partiellen Undulationen hervorgebracht werden, fast nach der nämlichen Richtung vor sich, wegen der geringen Neigung, welche die beyden Strahlen gegen einander haben. Auf diese Weise ziehen sich die Bewegungen, die sie hervorzubringen streben, von einander ab, und heben sich, da sie genau gleich sind, einander wechselseitig auf, so daß der Punkt des Aethers, wo dieses Phänomen Statt findet, gar nicht erschüttert wird. Es kann also das an diesem Punkte befindliche Auge kein Licht wahrnehmen. Das nämliche Resultat muß an allen Punkten des Raumes Statt finden, wo die Verschiedenheit der Wege der interferirenden Strahlen $\frac{3}{2}$a, $\frac{5}{2}$a, $\frac{7}{2}$a — beträgt, weil sie auf gleiche Art in gerade entgegengesetzten Zuständen dahin gelangen. Was dagegen die glänzenden Streifen

betrifft, wo die Verschiedenheit der Wege a, 2 a, 3 a, 4 a u. s. f. beträgt, so langen die Strahlen, durch welche sie gebildet werden, in ganz gleichen Phasen der Bewegung und des Zustandes an. Mithin addiren sich die dadurch hervorgebrachten Bewegungen zu einander, und geben die Erscheinung des Lichtes. Diese Ansicht eines Zusammentreffens der Lichtwellen und der daraus hervorgehenden Abwechselungen von Licht und Schatten ist von Young das Princip der Interferenz genannt worden.

Biot bemerkt, daß, wenn diese Erscheinung bloß nach dem Undulationssysteme möglich wäre, das System dadurch begründet und das Emanationssystem widerlegt seyn würde. Indessen scheine sie ihm keinesweges ein so entscheidendes Merkmal an sich zu tragen, als zur völligen Erkenntniß der Wahrheit wohl wünschenswerth seyn möchte, zu welchem System auch die Entscheidung ausfiele. Es könne ohne Verletzung der Logik das Phänomen der Interferenz auch im Emanationssystem Statt finden, wenn man das dadurch ausgedruckte Resultat zu einer Bedingung der Sichtbarkeit mache. In der That liege in der Erscheinung der Streifen kein Beweis, daß die Lichtstrahlen unter gewissen Umständen physisch auf einander einwirkten; vielmehr erkennten wir bloß daraus, daß das Auge die Empfindung des Lichtes habe oder nicht habe, wenn es sich an dem Punkte befinde, wo die Strahlen mit diesen Umständen zusammenträfen; so wie sich auch daraus ergebe, daß eine dahin gebrachte matte Oberfläche, von fern betrachtet, glänzend oder dunkel erscheine. Was nun den ersten Fall betreffe, so sey es möglich, daß das Sehen aufhöre, wenn die Netzhaut gleichzeitig Strahlen empfange, die sich in entgegengesetzten Phasen ihrer Anwandlungen befänden; und in Ansehung des zweyten leuchte es ein, daß, wenn solche Strahlen zusammen auf eine matte Oberfläche träfen, und dann durch Strahlung nach allen Seiten zerstreuet würden, sie, weil sie von jedem Punkte dieser Oberfläche bis zum Auge die nämlichen Wege zu durchlaufen hätten, beym

Anlangen an die Netzhaut noch das nämliche Verhältniß der Phasen behalten würden, welches sie beym Anlangen an die zurückwerfende Oberfläche gehabt hätten; so daß, wenn sie sich hier in einem entgegengesetzten Zustande der Anwandlung befänden, ihre Entgegensetzung auch beym Anlangen an die Netzhaut noch die nämliche seyn, und mithin kein Sehen Statt haben werde.

Ueberhaupt läßt sich das Princip der Interferenz, man mag es aus dem Undulations- oder Emanationssysteme zu erklären versuchen, als ein allgemeines Erfahrungsgesetz aufstellen; wo es dann im folgenden Satze enthalten ist.

1. Wenn zwey gleiche Antheile Licht, die sich unter ganz gleichen Umständen befinden, getrennt werden (nachdem sie von derselben Quelle ausgegangen), und wiederum ziemlich in einer und derselben Richtung zusammenfallen, so addiren sich die Wirkungen, die sie einzeln in der Sinneswahrnehmung hervorbringen würden, zu einander, oder heben sich wechselseitig auf, je nachdem der Unterschied der Zeiten, die sie zur Zurücklegung ihrer gesonderten Wege gebraucht haben, ein gerades oder ungerades Vielfache eines gewissen Halb-Intervalls ist, welches für die verschiedenen Farben verschieden, beständig aber für jede Art einfachen Lichtes ist.

2. Bey Anwendung dieses Gesetzes auf verschiedene Mittel müssen die Geschwindigkeiten des Lichtes den Brechungsverhältnissen der Mittel für umgekehrt proportional genommen werden, so daß die Strahlen sich, in Folge dieser Verhältnisse, langsamer in dem dichtern und schneller in dem dünnern Mittel bewegen.

3. Bey der Zurückwerfung von der Oberfläche eines dünnern Mittels, von einigen Metallen und unter mehrern andern Umständen geht ein halbes Intervall verloren.

4. Endlich kann noch hinzugefügt werden, daß die Längen dieser Intervalle immer das Vierfache von den Längen sind, welche Newton den Anwandlungen der nämlichen Farben beylegt.

Arago giebt folgenden Versuch an, nach welchem diese Gesetze eine vollkommene Bestätigung erhalten. Wenn zwey einfache homogene Strahlen im vorigen Versuche mit den beyden Spiegeln interferiren und Streifen bilden, so bringe man auf dem Wege eines dieser Strahlen eine ganz dünne Glasplatte an, durch welche derselbe allein hindurchgeht. Dem zweyten Satze zu Folge wird sein Gang in der Glasplatte nach dem Verhältniß des Brechungsverhältnisses weniger rasch als in der Luft seyn. Wenn er also nach seinem Austritte aus der Platte und bey weiterer Fortsetzung seiner Bahn mit dem Strahl zusammentrifft, mit welchem er interferirte, so werden ihre beyderseitigen Intervalle nun in einem andern Verhältniß zu einander stehen, als vorher, und um auf das nämliche Verhältniß wieder zurückzukommen, wird man einen andern Strahl betrachten müssen, der eine solche Richtung hat, daß seine Verzögerung in der Glasplatte durch die Verkürzung des Weges, den er bey seiner Richtung zu durchlaufen hat, compensirt wird; mithin wird die Stelle, welche die Farbenstreifen vor der Zwischeneinbringung der Glasplatte einnehmen, verrückt werden, und zwar um eine Weite, welche sich nach der Dicke der Platte und ihrem Brechungsverhältniß berechnen läßt.

Die Herrn Arago und Fresnel, welche das polarisirte Licht denselben Versuchen unterwarfen, fanden folgende Resultate:

1. Unter den nämlichen Umständen, unter welchen zwey Strahlen von gewöhnlichem Lichte das Phänomen der Interferenz hervorgebracht haben würden, übten zwey Strahlen, welche in entgegengesetzter Richtung polarisiret wurden, keine Wirkung gegen einander aus.

2. Die Lichtstrahlen, welche nach derselben Richtung polarisiret wurden, wirkten wie gewöhnliche Strahlen auf einander; so daß bey denselben zwey Lichtarten das Phänomen der Interferenz ein und das nämliche blieb.

3. Die Lichtstrahlen, welche zuerst in entgegengesetzter Richtung polarisiret, und alsdenn wieder auf dasselbe

Polarisations-Planum zurückgebracht wurden, erhielten das Vermögen nicht wieder auf einander zu wirken.

4. Zwey Lichtstrahlen, welche nach entgegengesetzter Richtung polarisirt und nachher auf gleiche Polarisationen zurückgebracht wurden, wirkten auf einander wie gewöhnliches Licht, wenn es von einem anfänglich nach einerley Richtung polarisirten Lichtbündel herkam.

5. Bey den Phänomenen der Interferenz, welche von Strahlen entstanden waren, die die doppelte Brechung erlitten hatten, wurde der Ort der Streifen nicht einzig durch den Unterschied der Wege und ihrer Geschwindigkeiten bestimmt.

M. s. traité physique experimentale et mathemat. p. *Biot* Tom. IV. liv. sixiè. p. 520 sq. Desselben Lehrbuch der Experimentalphysik 3te Aufl. übers. von M. G. Th. Fechner. IV. Band. Leipz. 1825. 8. Siebentes Buch. S. 98 ff.

Potassium s. *Kalium*.

Prozeß, chemischer (Zus. zu S. 49. Th. IV.). Noch vor der Entdeckung der Volta'schen Säule hatten Ritter und Winterl die Idee aufgestellt, daß bey Entstehung eines chemischen Prozesses die elektrischen Kräfte im Spiele sind, und entwickelten hieraus eine elektro-chemische Theorie. M. s. den Artikel: Verwandtschaft. Nachdem die Herrn Berzelius und Hisinger mittelst der galvanischen Säule gefunden hatten, daß die Säuren und das Oxygen des Wassers vom positiven Pole, und die Alkalien und das Hydrogen des Wassers vom negativen Pole angezogen werden; und überhaupt mittelst der Säule erwiesen worden war, daß sie die zusammengesetzten Körper analysiren könne, indem sie nach jedem ihrer Pole einen der Grundstoffe ziehe; so kam man auf die Vermuthung, daß auch das Umgekehrte erfolgen werde, d. h. daß zwey Körper im Augenblicke ihrer Verbindung sich im entgegengesetzt elektrischen Zustande befinden werden. Man war daher bald der Meinung

zugethan, daß der chemische Prozeß bloß auf der Wirkung der beyden elektrischen Kräfte beruhe.

Nachdem bereits Berzelius, Oerstedt, Davy und andere den Einfluß der Elektricität bey vielen chemischen Prozessen, als wichtige Thatsachen, erwiesen hatten, so waren sie doch nicht im Stande denselben bey allen Körpern, welche chemisch auf einander wirken, nachzuweisen. Es unternahm es daher Becquerel *), über diesen wichtigen Gegenstand mittelst des elektro-magnetischen Multiplikators neue Versuche anzustellen. Zuerst war es ihm darum zu thun, aufzufinden, ob im Moment der Verbindung der Metalle und Alkalien elektrische Kräfte mit im Spiele sind. Davy hatte dergleichen bemerkt, wenn Säuren und Alkalien vollkommen trocken waren. Um sie auch im feuchten Zustande der letztern zu zeigen, bediente sich Becquerel eines Multiplikators, dessen Draht von Platina war; an dem einen Ende dieses Drahtes brachte er einen kleinen Löffel ebenfalls von Platina an, um die Säure, welche aber die Platina nicht angreifen darf, hineinzuthun; an das andere Ende des Drahtes befestigte er eine kleine Zange ebenfalls von Platina, und brachte den Körper, welcher auf die Säure wirken sollte, zwischen dessen Schenkel. Sollte Platina eine elektro-motorische Wirkung auf diesen Körper äußern, so brachte er ein Stück feuchtes Papier zwischen beyde. Bey gewöhnlicher Temperatur fand er keinen elektrischen Strom, was für eine Flüssigkeit er auch außer der Salpeter-Salzsäure anwendete; erhöhete er aber die Temperatur, so zeigten sich folgende Erscheinungen: bey destillirten Wasser in einem kleinen Löffel bis zum Aufwallen erhitzt, fand kein elektrischer Strom Statt, beym Flußwasser war der elektrische Strom außerordentlich schwach, wurde aber stärker, wenn ein wenig Salpetersäure oder Alkali hinzugethan wurde; hiebey schien es aber Becquerel wahrscheinlich,

*) Annales de chymie et de physique. T XXXIII. p. 244 sq. übers. in Schweigger's Journ. B. XL. S. 385 f.

daß der elektrische Strom von der Temperaturverschiedenheit der beyden Enden des Drahtes abhange. Wurde nun an die kleine Platinzange ein Stück kaustisches Kali oder Natron befestigt, das mit etwas Wasser angefeuchtet war, so entstand in dem Augenblicke, wo das Alkali die Säure berührte, ein elektrischer Strom, welcher den Kreis von der Säure zum Alkali durchlief. Im Augenblicke der Berührung dieser beyden Körper also hülle sich die Säure in eine positive und das Alkali in eine negative elektrische Atmosphäre ein.

Zur Wahrnehmung der elektrischen Ströme, welche durch Einwirkung einer Säure auf Metalle entstehen, wurde dasselbe Verfahren angewendet; nur mußte das Metall nicht unmittelbar mit der Platina in Berührung kommen, was mittelst eines kleinen Papierstreifchens bewirkt werden konnte.

Was die andere chemische Operation, die Auflösungen betrifft, so war bis jetzt der Einfluß der Elektricität auf selbige problematisch. Becquerel suchte daher sehr genaue Versuche darüber anzustellen, um mit Gewißheit auszumitteln, ob bey wirklichen Auflösungen elektrische Kräfte mit im Spiele sind. Seine ersten Versuche geschahen bey der Auflösung der Hydrate von Kali und Natron im Wasser, nachher aber erweiterte er sie, und stellte überhaupt dergleichen bey Auflösungen der Säuren, der Alkalien und der Neutralsalze im Wasser an *). Die ersten Beobachtungen mit Kali und Natron im Wasser aufgelöset bewiesen, daß es schwer hält, bey dieser Art von Einwirkungen elektrische Wirkungen zu erhalten, besonders wenn das Wasser destillirt war; im gewöhnlichen Wasser gab die Auflösung bisweilen deutlichere Wirkungen; indessen waren im Allgemeinen die Resultate ungewiß, und konnten von andern dem Auflösungsprozesse fremden Ursachen abhängen. Es bemerket daher Bec-

*) Annales de chimie et de physique Tom. XXIV. p. 237 sq. übers. in Schweigger's Journal. Th. XL. S. 423 ff.

querel, daß man beynahe versichert seyn könne, daß bey der Auflösung eines Körpers im Wasser sich keine Elektricität erzeuge.

In Hinsicht der Auflösungen der Säuren im Wasser unterschied er zwey Klassen der Säuren, nämlich diejenigen, welche sich unter fester Gestalt darstellen lassen, wie Boraxsäure, Citronensäure, Oxalsäure u. d. gl., und die flüssigen Säuren. Von den erstern war es hinreichend, ein kleines Stück von jeder Säure zwischen den Armen der Platinzange zu befestigen, und es dann ins Wasser zu tauchen, welches der Platinlöffel enthielt. In dem Augenblicke, wo die Auflösung begann, entstand ein elektrischer Strom, der vom Wasser nach der Säure gieng, und ununterbrochen fortdauerte. Um die Einwirkung der Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure auf das Wasser zu erforschen, wurde der Platinschwamm angewendet. Wurde der Platinschwamm einige Augenblicke in Salpetersäure und dann in destillirtes Wasser getaucht, so entstand anfänglich eine schwache elektrische Strömung, welche von der Säure zum Wasser gieng und zuletzt ganz aufhörte; wurde dagegen der mit reinem Wasser benetzte Schwamm in concentrirte Schwefelsäure getaucht, so erfolgte die elektrische Strömung stets von der Säure aus. Stellte er auf dieselbe Art mit der Salzsäure Versuche an, so entstand ein vom Wasser nach der Säure gehender elektrischer Strom; bey Schwefelsäure erfolgte eine entgegengesetzte Bewegung. Hieraus ergab sich, daß Wasser der elektro-positive Faktor in Beziehung auf Salpetersäure und Schwefelsäure, während er der elektro-negative für die schwachen Säuren und für die Salzsäure ist.

Ein Stück Kali oder Natronhydrat in destillirtes Wasser gebracht, erzeugte eine elektrische Strömung vom Wasser nach dem Alkali, es mochte dieses entweder zuerst zwischen die Arme der Platinzange gebracht, oder eine sehr concentrirte Auflösung von Kali und Natronhydrat mit Platinschwamm einige Zeit in Berührung gewesen, und dann in destillirtes Wasser getaucht worden seyn.

Die Auflösung der neutralen Salze im Wasser gab im Durchschnitt sehr wenig bemerkbare elektrische Erscheinungen.

Bey der Mischung einer Säure mit einer andern Säure ergab sich eine Menge Erscheinungen, welche zu erkennen gaben, daß da, wo eine Aenderung in den elektrischen Wahrnehmungen Statt findet, nothwendig Modificationen in den die wechselseitigen Verwandtschaften hervorbringenden Kräften entstehen mußten. Wurde Platinschwamm mit Salpetersäure getränkt und alsdann in zur Hälfte seines Volumens mit Wasser verdünnte Schwefelsäure getaucht, so entstand sogleich eine sehr starke elektrische Strömung, welche sich von der Salpetersäure nach der Schwefelsäure erstreckte. War die Schwefelsäure concentrirt, so war die Strömung ebenfalls sehr stark, aber in entgegengesetzter Richtung. Hiernach mußte es also ein solches Gemenge von Schwefelsäure und Wasser geben, daß, wenn man den Platinschwamm mit derselben tränkt und alsdann in Salpetersäure taucht, die Strömung ganz verschwindet. Wurde der in mit Wasser verdünnte Schwefelsäure getauchte Platinschwamm in Salpetersäure gebracht, so dauerte die Strömung lange Zeit hindurch, woraus hervorging, daß die Mischung der beyden Säuren sehr schwierig von statten geht und durch die Wirkung der Platina auf die Schwefelsäure verzögert werde; wenn die Salpetersäure mit Wasser vertauscht wurde, so erfolgte die Mischung augenblicklich, und die Strömung verschwand unmittelbar darauf. Die Erfahrungen zeigen den Nutzen metallischer Schwämme, um chemische Wirkungen zu verzögern, und zu gleicher Zeit einer der beyden Elektricitäten sich zu bemächtigen, welche in dem Momente, wo jene eintreten, frey wird.

Einige Metalloxyde, welche mit den Alkalien eine Verbindung eingehen, erzeugten auch im Moment der Berührung elektrische Ströme. Wurden in den Platinlöffel eine Auflösung von kaustischem Kali gebracht, und

an der kleinen Platinzange Zinkoxyd, Alaunerde oder Bleyoxyd, welches erst aus einer Kaliauflösung frisch gefällt war, befestigt, so wurde in dem Augenblicke, da das Oxyd die Auflösung berührte, ein elektrischer Strom erzeugt, welcher vom Oxyd zum Alkali ging. Es verhielten sich also bey dieser Art von Verbindungen die Oxyde wie die Säuren.

Bey Niederschlägen, welche durch eine doppelte Zersetzung entstanden, beobachtete Becquerel ebenfalls elektrische Wirkungen; nur mußte er vorzüglich dafür sorgen, daß die Entstehung des Niederschlags nicht augenblicklich erfolgte.

Besonders merkwürdig war die Beobachtung des Herrn Becquerel, daß sich auch bey der Haarröhrenthätigkeit elektrische Erscheinungen zeigten. Eine für den Erfolg der Versuche wesentliche Bedingung hiebey war, nur solche Substanzen anzuwenden, welche hinreichende Leiter der Elektricität sind, damit die Strömung der Elektricitäten frey erfolgen konnte. Daher war Glas hiezu nicht anwendbar; dagegen waren der Platinschwamm und die Kohle zu dergleichen Untersuchungen besonders geschickt. Goß er irgend eine Säure, z. B. Salzsäure, welche durch ein fünffaches Gewicht destillirten Wassers verdünnt war, in die Platinschale, die mit einem der Enddrähte des Multiplicators verbunden war, und tauchte in dieselbe einen Platinschwamm, welcher von einer ebenfalls aus Platin verfertigten Zange gehalten wurde, die an das andere Ende des Drahtes gelöthet war; so trat in demselben Augenblicke eine elektrische Strömung ein, welche vom Schwamme nach der Säure ging. Nach und nach verminderte sich aber diese Strömung, und hörte zuletzt ganz auf, wenn der Platinschwamm alle Flüssigkeit eingesogen hatte, welche er aufnehmen konnte.

Beym Eintauchen der Kohle in verdünnte Schwefelsäure ging die elektrische Strömung von der Säure nach der Kohle. Uebrigens hielt sie lange Zeit an, und dauerte bisweilen zwölf Stunden. Ohne Zweifel lag der Grund

davon darin, weil die Kohle eine gewisse Zeit gebraucht, um alle Flüssigkeit, welche sie aufnehmen kann, zu absorbiren. Nach Becquerel's Meinung hängt die elektrische Strömung einzig und allein von dem ab, was während der Haarröhrchenthätigkeit vor sich geht, und keineswegs von der bloßen Berührung des festen Körpers mit der Flüssigkeit. Ueberhaupt schien aus seinen Versuchen zu folgen, daß die Berührung der festen Körper mit den Flüssigkeiten, sobald sie nicht eine chemische Einwirkung zur Folge hat, kein bemerkenswerthes elektrisches Phänomen zum Vorschein bringe.

Ueber die elektro-chemische Theorie s. m. übrigens den Artikel: Verwandtschaft.

Pyrometer (Zus. z. S. 678. Th. VI.). Da alle bisherigen Pyrometer keineswegs sich zum Maaße der Ausdehnung fester Körper durch die Wärme eigneten, sondern blos die Ausdehnung im Allgemeinen anzeigten, so haben sich einige Physiker bemüht, neue Vorrichtungen dieser Art anzugeben, durch welche die Ausdehnung fester Körper mittelst der Wärme gemessen werden kann.

Das Pyrometer, welches Brongiart *) angab, und welches er in der Porzellanfabrik zu Sèvers gebrauchte, um feste Grenzpunkte für die hohen Temperaturen seiner Oefen bestimmen zu können, hat folgende Einrichtung: Die Metallstange BB' (fig. 24.) stützt sich mit einem ihrer Enden an einen festen Widerhalt FF; während ihr anderes Ende das Ende L eines Winkelhebels LCL' forttreibt, welcher sich um den festen Mittelpunkt C drehen kann, und dessen Arm CL' weit länger, als CL, z. B. 100 Mal so lang ist. Eine Kreiseintheilung DD wird so angebracht, daß sich das Ende des Armes CL' längs ihr bewegt. Dehnt sich nun die Stange um eine gewisse Länge aus, so wird sie das Ende des Hebels L

*) Lehrbuch der Experimental-Physik, oder Erfahrungsnaturlehre von Biot, aus dem Französ. übersetzt von M. Fechner. B. I. Leipz. 1824. 8. S. 227 ff.

um eben so viel fortstoßen; und das Ende des zeigerförmigen Hebelarms L′ wird dem zu Folge einen 100 Mal größern Raum auf der Eintheilung durchlaufen.

Biot bemerkt, daß zwar diese Vorrichtung zur Bestimmung fester Grenzpunkte der Temperatur nützlich seyn könne, allein sie vermöge doch nicht, wenn sie nicht wenigstens modificirt worden sey, ein Maaß für die absolute Größe der Ausdehnung fester Körper zu geben. Denn wenn das Ende des Zeigers L′ wirklich die absolute Ausdehnung der Stange BB′ anzeigen solle, so müßten der Punkt C und der Widerhalt F vollkommen unverrückt seyn, oder ihr Abstand müsse sich wenigstens bey allen Temperaturveränderungen, welchen die Stange ausgesetzt werden solle, durchaus gleich bleiben. Wenn aber der Punkt C und der Widerhalt F Theile der nämlichen Unterlage ausmachten, so werde diese, aus welchem Stoffe sie auch bestehe, sobald sie an der Temperatur der Stange Theil nehmen könne, sich zugleich mit ihr ausdehnen und zusammenziehen, obgleich nach einem andern Verhältnisse; und es werde daher der Zeiger L′ nicht eigentlich die Ausdehnung der Stange BB′, sondern bloß den Ueberschuß der Ausdehnung dieser Stange über die der Unterlage angeben.

Das einfachste Mittel, ja das einzige, durch welches diesem Uebelstande abgeholfen werden kann, ist nach Biot, eine solche Einrichtung zu treffen, daß durch die Wirkung der Temperaturveränderungen auf den Punkt C und den Widerhalt F keine merkliche Veränderung im Abstand beyder nach der Richtung CF hervorgebracht werden könne. Dazu würde man z. B. gelangen, wenn man als Widerhalt eine Glasplatte genau senkrecht auf die Länge der Stange BB′ anbrächte, und im Punkte C ebenfalls einen langen Cylinder senkrecht auf diese Stange aufrichtete; wozu noch die Bedingung zu fügen sey, daß Platte und Cylinder auf Unterlagen ruhen, welche hinreichend entfernt von der Stange und zugleich massiv genug seyn, um an den Temperaturveränderungen, welche sie erfahren könne, nicht den geringsten Antheil zu nehmen. Auf

diesen Grundbedingungen beruhe die Einrichtung eines Apparats, mit welchem Lavoisier und la Place Versuche angestellt hätten. Es wurde die Stange BB' (Fig. 25.), welche dem Versuche unterworfen wurde, in horizontaler Lage durch gläserne Walzen erhalten, über welche sie frey hingleiten konnte; als Widerhalt diente ein vertikales, ebenfalls gläsernes Lineal FF, senkrecht befestiget, an ein anderes horizontales Lineal TT, dessen Enden in zwey sehr große, in bedeutender Entfernung von der zu erhitzenden Stange in den Boden eingesenkte Pfeiler von Stein eingekittet waren. Der kleine Hebelarm CL war auch vertikal, und die, gleichfalls auf zwey steinernen Pfeilern gestützte, Drehungsaxe C konnte eben so wenig durch die Temperaturveränderungen, welche man die Stange erfahren ließ, in Anspruch genommen werden. Das Ende des längern Hebelarms CL' aber, anstatt sich längs einer Eintheilung zu bewegen, setzte ein Perspektiv in Bewegung, durch welches man nach einem sehr weit entfernten Ziele visirte. Ueberdem ist zur Schärfe der Beobachtung noch erforderlich, daß die Stange, mit welcher der Versuch angestellt wird, in ihrer ganzen Länge eine bekannte und gleichförmige Temperatur habe. Das einzige Mittel dazu zu gelangen, besteht darin, daß man sie in eine Flüssigkeit taucht, deren Theile sämmtlich diese Temperatur besitzen. Allein die Stange muß dabey eine völlig horizontale Lage haben; denn taucht man Thermometer bis zu verschiedenen Tiefen in ein Gefäß, daß mit Flüssigkeit gefüllt, und bis zu einem gewissen Grade über die Temperatur der Luft erhitzt ist, so findet man, daß die verschiedenen Schichten dieser Flüssigkeit eine ungleiche Wärme haben. Es wird daher eine feste Stange beym vertikalen Eintauchen in eine erhitzte Flüssigkeit in verschiedenen Punkten eine ungleiche Temperatur annehmen, was die Bestimmung seiner mittleren Temperatur sehr erschwert. Durch horizontales Eintauchen fällt dieser Nachtheil weg, weil in einer ruhig stehenden Flüssigkeit die Temperatur in der ganzen Ausdehnung einer Horizontal-

schicht die nämliche ist. Damit nun aber auch die Thermometer unmittelbar die Temperatur der Stange anzeigen, müssen sie der ganzen Länge nach, welche von der Quecksilbersäule eingenommen wird, von Flüssigkeit umgeben seyn; daher wird es erfordert, daß sie ebenfalls horizontal oder fast horizontal längs der Stange zu liegen kommen. Jedoch könnte man sie auch in vertikaler Lage halten, wofern man auf den Unterschied in der Ausdehnung des außerhalb der Flüssigkeit befindlichen Theiles der Säule durch Rechnung Rücksicht nehmen wollte. Mittelst dieser Verfahrungsarten fanden Lavoisier und la Place die in folgender Tafel enthaltenen Resultate:

Benennung der Substanzen nach alphabetischer Ordnung.	Ausdehnung eines Lineals, dessen Länge 1 ist bey der Temperatur des schmelzenden Eises.	
	Von 0° bis 100°	für 1 Centimeter oder 4,43296 Lin.
Bley	0,00284836	$\frac{1}{35108}$
Eisen, rundes, durch den Drahtzug gegangen	0,00123504	$\frac{1}{81157}$
Eisen, weiches, geschmiedetes .	0,00122045	$\frac{1}{81937}$
Flintglas, Englisches . .	0,00081166	$\frac{1}{124834}$
Glas, Französisches, mit Bley .	0,00087199	$\frac{1}{114650}$
Glas, ohne Bley (in Röhren) .	0,00087527	$\frac{1}{114191}$
Glas von St. Gobin (Spiegelglas)	0,00089089	$\frac{1}{112247}$
Gold, abgeschiedenes (or de depart).	0,00146606	$\frac{1}{68208}$
Gold, Pariser Probe, nicht ausgeglüht	0,00155155	$\frac{1}{24452}$
Gold, Pariser Probe, ausgeglüht	0,00651361	$\frac{1}{66067}$
Kupfer	0,00171733	$\frac{1}{58231}$
Kupfer, gelbes, oder Messing	0,00187821	$\frac{1}{53215}$
Platin (nach Borda) . .	0,00085655	$\frac{1}{116748}$
Quecksilber	0,00600601	$\frac{1}{16650}$
Silber durch Kupellation . .	0,00190974	$\frac{1}{52363}$
Silber, Pariser Probe . .	0,00190868	$\frac{1}{52363}$
Stahl, nicht gehärtet . .	0,00107912	$\frac{1}{92664}$
Stahl, gelb angelaufen, angelassen bey 65 Grad	0,00123956	$\frac{1}{80674}$
Zinn von Falmouth . .	0,00217298	$\frac{1}{46161}$
Zinn, ostindisches oder von Malacca	0,00193765	$\frac{1}{51609}$

Aus dieser Tafel erhellet, daß zwischen den Temperaturen des schmelzenden Eises und des kochenden Wassers

die Ausdehnung des Metalls für dieselbe Anzahl der Grade des hunderttheiligen Quecksilberthermometers merklich gleich bleibe. Die Herrn Dulong und Petit [α]) haben über die Ausdehnung einiger fester Körper in Temperaturen über 100° sehr genaue Versuche angestellt, und gefunden, daß die Ausdehnungen des Eisens, des Kupfers und des Platins in demselben Maaße wachsen, als die Temperatur über 100° steigt. Hieraus läßt sich sehr wahrscheinlich schließen, daß bey den übrigen Metallen dasselbe Verhalten in Ansehung ihrer Ausdehnung durch die Wärme Statt findet.

Wichtige Anwendungen der Versuche über die Ausdehnung der festen Körper beym Gebrauche der Meßinstrumente, welche sowohl in der Astronomie als Geodäsie gebraucht werden, bey der Berichtigung der Pendelstangen an Pendeluhren u. s. f. findet man beym Biot [β]).

Pyrophorus (Zus. z. S. 64. Th. IV.). Es hatte der D. Redm. Coxe in Philadelphia [γ]) aus Versuchen mit dem Pyrophor die Vermuthung gezogen, daß in der Zusammensetzung desselben das Kalium durch die Masse im metallischen Zustande verbreitet sey, und daß, wenn diese Feuchtigkeit aus der Luft an sich reißt, Kalium-Wasserstoffgas entstehe, welches sich beym Berühren mit Sauerstoffgas entzünde, und die Entzündung dem kohlenartigen Körper mittheile, die es umgebe. Dagegen führt aber Doebereiner [δ]) folgenden Versuch an, woraus zu erhellen scheint, daß vielmehr eine chemische Verbindung von Kohle, Schwefel und Kalium es ist, welche die entzündliche Substanz des Pyrophors bildet. Wenn man 1 Theil gebrannten Alaun mit 1 oder 2 Theilen kohlensäuerlichen Kali's und ½, oder 1½ Theilen Kienruß innigst vermengt, und das Gemenge in einem Flintenlaufe

---

α) Annales de chimie et de Physique. Tom. VII. p. 140 sq.
β) Traité de physique experimentale et mathematique. To. I. p. 159 sq.
γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVII. S. 234 ff.
δ) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XIV. S. 118.

bis zum Weißglühen erhitzt, und dasselbe in dieser Temperatur ½ Stunde lang erhält, so erfolgt kein Schwefeldunst, wie bey dem gewöhnlichen Verfahren der Pyrophorbereitung, sondern aller aus dem Alaun aufsteigender Schwefel wird von den übrigen Substanzen aufgenommen, und es entsteht ein Pyrophor, welcher so leicht entzündlich ist, daß er selbst in der trocknen Luft Feuer fängt, und aus dem Flintenlauf nicht ohne erfolgende Entzündung in ein anderes Gefäß gebracht werden kann. Dabey hat er das Vorzügliche, daß er seine Selbstentzündbarkeit fast gar nicht verliert und bequem als tragbares Feuerzeug gebraucht werden kann. Da nun dieser Pyrophor kein Wasser verlangt, um entzündet zu werden, so kann auch nicht Kalium-Wasserstoffgas die zündende Substanz desselben seyn. Vielmehr ist anzunehmen, daß während des Glühens des Gemenges Schwefelkohlenstoff und Kalium gebildet werden, welche sich mit einander verbinden, und eine im hohen Grade leicht entzündliche Zusammensetzung bilden, welche die übrige Kohle durchdringt, und diese dann bey erfolgender Entzündung mit in Brand setzt.

Wenn man bloß kohlensäuerliches Kali mit Kohle stark glühet, so entsteht auch eine pyrophorische Masse, in welcher eine Verbindung von Kalimetall mit Carbon die entzündende Ursache zu seyn scheinet. Läßt man aber durch dieselbe, während sie in einem Flintenlauf glühet, Hydrothionsäuregas streichen, so wird sie viel entzündlicher, und ganz dem nach der angegebenen Vorschrift bereiteten Pyrophor ähnlich.

D. Haenle in Lahr *) glaubte aus seinen Versuchen schließen zu dürfen, daß der Schwefel nicht als ein wesentlicher Bestandtheil aller Pyrophore zu betrachten sey; denn nicht alle enthielten ihn; wo er zugegen sey, befördere er das Verbrennen, weil er selbst ein verbrennlicher Körper sey, und in dieser Eigenschaft die elektrischen Kräfte

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XXV. S. 29.

erhöhe. Absolut nothwendig zur Bildung eines Pyrophors werde aber die Gegenwart der Kohle in Verbindung mit metallischen Grundlagen verschiedener Art, und das Wasser erfordert; welche Stoffe, mit einander in Berührung gebracht, den elektro-chemischen Prozeß hervorrufen. Würden hierdurch die entgegengesetzten Elektricitäten auf einen hohen Grad gesteigert, so seyen sie jedesmal von Licht und Wärme begleitet, das Wasser werde zerlegt, sein Sauerstoff bilde Oxyde, sein Wasserstoff werde von der Kohle verschluckt, oder verbinde sich mit dem Stickstoff, und so werde das Gleichgewicht wieder hergestellt. Sey die elektrische Spannung schwach, so werde nach Maaßgabe der respektiven geringen Intensität des elektrischen Gegensatzes, entweder nur Licht oder nur Wärme erzeugt.

Diese Theorie lasse sich auf alle Pyrophore anwenden; alle enthielten außer der Kohle, entweder Kali, oder Ammoniak, oder ein anderes Oxyd, in einem gewissen Grade der Desoxydation ihrer metallischen Grundlagen, deren Bestreben sich mit Sauerstoff zu sättigen, d. h. ihre vorige Indifferenz wieder herzustellen, das Resultat des Verbrennens zur Folge habe.

Nach den neuesten Erfahrungen scheint aber auch die Kohle gar kein wesentlicher Bestandtheil des Pyrophors zu seyn; vielmehr muß als ein absolut wesentlicher Theil einer pyrophorischen Materie der Wasserstoff angesehen werden, welcher aus der atmosphärischen Luft den Sauerstoff schnell anzieht, und dadurch den elektro-chemischen Prozeß einleitet.

Q.

Quecksilber (Zus. zu S. 89. Th. IV.). Doebereiner fand, daß sich bey der Verbindung des Quecksilbers mit andern Metallen ein sehr hoher Grad von Kälte erzeugt.

Unter dem Artikel: Knallquecksilber (Th. IX. S. 511.) ist bemerkt worden, daß Fourcroy, so wie

auch Thenard und Descotils als Bestandtheile desselben Ammoniak und einen besondern vegetabilischen Stoff, welcher nach ihrer Meinung von durchaus unbeständiger Mischung sey, angenommen haben. Allein nach der Zeit beschäftigte sich vorzüglich D. Liebig *) mit Auffindung der wahren Natur des Knallquecksilbers und des Knallsilbers, und fand, daß beyde einerley Bestandtheile, nur in verschiedenen Verhältnissen, besitzen. Es gelang ihm, aus Knallquecksilber Knallsilber, und umgekehrt aus Knallsilber Knallquecksilber zu bereiten. Folgendes giebt die Grundbestimmungen an, die aus Liebig's Arbeiten hervorgingen:

Knallquecksilber enthält in	100 Gewichttheilen	überhaupt also
25,8 Gewichttheile Kohlensäure	{ 18,76434 Sauerstoff 7,03566 Kohlenstoff	23,38662 Sauerstoff 2,34272 Wasserstoff
10,0 Ammoniak	{ 8,23500 Stickstoff 1,76500 Wasserstoff	8,23500 Stickstoff 7,03566 Kohlenstoff
5,2 Wasser	{ 4,62228 Sauerstoff 0,57772 Wasserstoff	56,90000 Quecksilber
56,9 Quecksilber	56,4 Quecksilber	
97,9	97,90000	97,90000

Knallsilber enthält in	100 Gewichttheilen	überhaupt also
35,5 Gewichttheile Kohlensäure	{ 25,81915 Sauerstoff 9,68085 Kohlenstoff	32,21923 Sauerstoff 3,21797 Wasserstoff
13,7 Ammoniak	{ 11,28195 Stickstoff 2,41805 Wasserstoff	11,28195 Stickstoff 9,68085 Kohlenstoff
7,2 Wasser	{ 6,40086 Sauerstoff 0,79992 Wasserstoff	41,00000 Silber
41,0 Silber	41,00000 Silber	
97,4	97,40000	97,40000

Quellen (Zus. z. S. 105. Th. IV.). Außer den hier angeführten Ursachen über die Entstehung der Quellen hat man in den neuern Zeiten noch diese Meinung angenommen, daß auch mehrere Quellen, besonders aber die Mineralquellen in Folge galvanischer Prozesse entstanden seyn könnten.

M. s. Steffens geognostisch-geologische Aufsätze. Hamburg 1810. 8. S. 293 ff. Wurzer's physisch-chemische Beschreibung der Schwefelquellen zu Nenndorf rc. Cassel und Marburg 1815. 8. S. 37 ff.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXV. S. 393 f.

R.

Raum (Zus. z. S. 144. Th. IV.). Der Raum, in welchem alles, was in die Sinne fällt, erscheint, und in seinem Verhältnisse bestimmt und geordnet wird, ist

1. kein für sich bestehendes Ding: denn es läßt sich an demselben weder Thun noch Leiden, als wesentliche Bedingungen von dem Daseyn eines wirklichen Gegenstandes, erkennen,

2. ist der Raum nicht Etwas den erscheinenden Dingen wesentlich Anhängendes; denn man kann alle Erscheinungen im Raume wegdenken, ohne die Vorstellung vom Raume aufzuheben.

3. Auch ist der Raum kein abstracter Begriff; denn bey einem solchen Begriffe müßte selbst schon der Begriff des Raumes vorausgesetzt werden.

Hieraus folgt, daß der Raum blos die subjektive Bedingung ist, unter welcher uns die äußern sinnlichen Gegenstände als etwas Zusammengesetztes außer und neben einander erscheinen, oder es ist, mit Kant zu sprechen, der Raum die reine Form aller unserer sinnlichen Anschauungen. – Es besitzt also unser Geist das angeborne oder ursprüngliche Vermögen, die in ihm liegende unveränderliche Form der reinen Anschauung, oder die subjektive Bedingung von der Möglichkeit des Nebeneinanderseyns äußerer sinnlichen Gegenstände auf diese selbst überzutragen, wenn er dieselben als im Raume befindlich denkt.

Gewöhnlich stellt man sich den Raum zum Theil als etwas Ganzes, welches alle einzelne Theile des Raumes in sich faßt, zum Theil als ein stetiges Ganzes vor, weil alle Theile des Raumes in unserer Vorstellung als zusammenhängend gedacht werden, und alle Grenzen der Veränderungen, die wir außer uns wahrnehmen, innerhalb des Raums liegen.

Da kein sinnlicher Gegenstand anders als im Raume gegeben werden kann, so ist auch der Raum, als Form der reinen Anschauung, eine der Bedingungen von der

Möglichkeit aller äußern Erscheinungen. Ob nun gleich der Raum die subjektive Bedingung ist, unter welcher die äußern Gegenstände als etwas Zusammengesetztes unsern Sinnen erscheinen; so erhellet es aber auch, daß der Raum zugleich eine von den Bedingungen der objektiven Nothwendigkeit der äußern sinnlichen Objekte ist. Es hat daher unsere geistige Beschaffenheit mit der Sinnenwelt eine solche genaue Verbindung, daß für uns äußere Gegenstände nur erst dadurch möglich werden, daß wir unser ursprüngliches Erkenntnißvermögen auf sie übertragen.

Es ist daher auch der Raum das vorzügliche Element zur reinen Kenntniß der sinnlichen Objekte. Die Untersuchung der Raumbegriffe, und der daraus abgeleiteten Gesetze, ist ein Gegenstand der Mathematik; mithin kann auch nur derjenige Theil in der Naturwissenschaft als rein betrachtet werden, wo die Mathematik angewendet werden kann, und dieser reine Theil muß derjenige seyn, auf welchen sich alle Erfahrung gründet. M. s. den Artikel: Anschauung (Th. VIII. S. 97 f.).

Regen (Zus. zu S. 156. Th. IV.). Man hatte schon seit längerer Zeit die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß von zwey gleichen Gefäßen, welche unter ganz gleichen Umständen, nur in verschiedenen Höhen der Atmosphäre stehen, das obere in gleicher Zeit weniger Regenwasser als das untere auffängt. Die erste Nachricht davon findet man in der bibliotheque Britannique To. 38. zusammengestellt. Besonders hatte Copland 2 gleiche Gefäße, 12 Fuß von einander, und zwar das eine 6 Fuß höher als das andere gestellt. Er fand, daß, wenn die Menge des Regenwassers im untern Gefäße das im obern beträchtlich übertraf, dies ein Zeichen war, daß der Regen noch einige Zeit anhielt; daß, wenn sich dagegen im obern Gefäße ungefähr eben so viel oder selbst etwas mehr Regenwasser, als im untern sammelte, wie dies manchmal der Fall war, dies anzeigte, daß das

schlechte Wetter zu Ende gieng, und einige Tage Trockenheit einfiel. Herr J. F. de Luc bemerkt, daß, wenn sich Copland's Beobachtung bestätige, sie offenbar beweise, daß der Regen durch eine beständige Zersetzung der atmosphärischen Luft erzeugt werde. Luke Howard zu Plaistow *) stellte hierüber mehrere Beobachtungen an; er hatte zwey Regenmesser, die einander vollkommen gleich waren, so gestellt, daß das andere vom erstern etwa 60 Fuß entfernt, und 43 Fuß niedriger stand. Nach der Menge des Regenwassers, welches während einer 20tägigen Beobachtung sich in beyden Regenmessern gesammelt hatte, zu urtheilen, schien sich fast der vierte Theil alles Regens innerhalb einer Höhe von 50 Fuß über dem Erdboden gebildet zu haben. In Ansehung des Unterschiedes, welcher so häufig in den Angaben der beyden Regenmesser sich vorfand, ließen sich die Ursachen desselben, wenn man auf die Umstände einiger Maaßen aufmerksam war, einige Mal ziemlich deutlich wahrnehmen. War nämlich die Regenmenge in beyden Regenmessern dieselbe, so deutete die Menge und die sichtbare Thätigkeit der Wolken in den obern Luftregionen, und die Durchsichtigkeit der untern Luftschichten darauf hin, daß alles herabfallende Wasser sehr wohl aus den obern Schichten herrühren könne. Dagegen war in mehreren Fällen, wenn sich im untern Regenmesser mehr Regen als in dem obern angesammelt hatte, die untere Luftschicht sehr wenig durchsichtig gewesen; ein Zeichen, daß dann eine Zersetzung des Wasserdampfs bis sehr nahe an den Erdboden herab vor sich gegangen war, oder daß die Regenwolken über den Erdboden selbst hingezogen oder auf ihm auflagen, obgleich man ihr Anhäufen nicht gewahr wurde, da man sich in ihnen befand.

Einige Beobachtungen über diesen Gegenstand führten sehr deutlich auf folgende Schlüsse: Nimmt man an, daß

---

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Febr. 1812. frey bearbeitet in Gilbert's Annal. der Physik. B. XLI. S. 417 f.

eine die Erdfläche berührende Luftmasse durch eine darüber befindliche nach einer andern Richtung, oder wenigstens mit einer andern Geschwindigkeit sich bewegende Luftmasse so erkältet werden könne, daß sie sich mit einem feinen wässerichten Niederschlag erfüllt, welcher in Wolken und Regen übergeht; so begreift es sich leicht, wie mehrere in dieser untern Luftmasse befindliche Regenmesser desto weniger Wasser aufsammeln müßten, je höher sie ständen; jede horizontale Schicht setzt nämlich ihren eigenen Ueberschuß an Wasser ab, und läßt das in den höhern Schichten abgesetzte Wasser durch sich hindurch.

Wenn hingegen die Quelle des Regens in einer Luftschicht ist, die sich in einer mittleren Höhe und höher als alle Regenmesser befindet, so müssen diese alle eine gleiche Menge Regenwasser auffangen; es sey denn, die untere Luftmasse sey so trocken, daß jeder Tropfen im Herabfallen etwas durch Verdunstung verliere. In diesem Falle mußten sich in den Regenmessern desto mehr Wasser finden, je höher sie ständen, welches auch wohl einige Mal beobachtet seyn soll.

Außerdem giebt es auch noch eine andere Ursache der Verschiedenheit in diesen Resultaten, die man nicht gehörig beachtet zu haben scheint; nämlich durch zufällige Luftströme bewirktes schiefes Herabfallen des Regens. Ueberhaupt schien es, der Regen könne, wie der Schnee, durch den Wind zusammengeweht und angehäuft werden; daher ist es schwierig, einen Regenmesser, an irgend einem Theile eines Gebäudes so anzubringen, daß nicht partielle Luftzüge auf die Menge des Regens, den es auffängt, Einfluß haben, und ihn vermehren oder vermindern. Will man also die Menge des Regens wissen, welche wirklich auf die Erde fällt, so muß der Regenmesser auf dem Erdboden selbst stehen. Man muß ihn, wo möglich, von allen Gegenständen entfernen, welche den Wind um ihn her in wirbelnde Bewegung setzen könnten.

(Zus. zu S. 690. Th. VI.). Auch Howard ist geneigt anzunehmen, daß der Regen fast jedesmal das Re-

sultat der elektrischen Wirkung der Wolken auf einander sey. Er meint, daß sich diese Annahme durch lange Beobachtungen bestätigt habe, welche man auf verschiedene Art über den elektrischen Zustand der Wolken und des Regens angestellt habe. Auch sey es sehr wahrscheinlich, daß das Gewitter nur eine plötzlichere und mehr in die Sinne fallende Wirkung dieser Kräfte sey. Nach Howard entsteht der Regen auf folgende Art. Bey Entstehung der Regenwolken hat man auf zwey Umstände vorzüglich Rücksicht zu nehmen, nämlich zuerst auf die Ausbreitung der obern Wolkenmassen nach allen Richtungen, bis sie zur gleichförmigen Schicht (Stratus) geworden sind; und dann auf die schnelle Bewegung und sichtbare Abnahme des cumulus, nachdem er unter obige Wolkenschicht gekommen ist. Auch die cirri, die sich so oft von der obern Wolkenschicht nach aufwärts erstrecken und mit gesträubten Haaren Aehnlichkeit haben, besitzen im hohen Grade das Ansehen temporärer Leiter der Elektricität, welche durch die plötzliche Vereinigung kleiner Dunsttheilchen zu weit größern, welche den Regen bilden, erregt wird. Nach Versuchen mit dem elektrischen Drachen scheint es, daß die obern Wolken vor dem Regen positive Elektricität besitzen, welche aber, nach dem Zutritt eines großen cumulus einer sehr starken negativen Elektricität Platz macht, welche so lange anhält, als der cumulus über dem Drachen sich befindet. Hieraus ist man aber doch nicht zu dem Schluß berechtiget, daß der regenbringende cumulus immer negativ sey, indem sich auch dieselbe Wirkung aus einem positiven cumulus ergeben kann, welcher sich mit einem negativen stratus verbindet. Indessen scheint doch diese Meinung weit wahrscheinlicher, daß der Zustand der untern Atmosphäre während des Regens negativ, und der wahre stratus positiv ist. Absolut sey es aber nicht nothwendig, die verschiedenen Zustände der Wolken, welche während des Regens erscheinen, zu bestimmen, da hinreichende Gründe vorhanden seyn, anzunehmen, daß die in verschiedenen Regionen der Atmosphäre

gebildeten Wolken auf einander wirkten, wenn sie nahe genug aneinander gebracht würden, so daß ihre Theilweise oder gänzliche Zerstörung die Folge davon sey. Diese Wirkung könne man aber nur dem Umstande zuschreiben, daß sie vorher entgegengesetzte Elektricitäten besessen oder im Augenblick erst erlangt hätten. Diese Erklärung scheint jedoch nach **Howard** für den Fall eines kurzen Regens mehr zu passen, als für den eines anhaltenden Regens. Sollte sich aber darthun lassen, daß der Vorrath von jeder Wolkenart durch irgend ein Mittel im Verhältnisse zur Consumption unterhalten werden könnte, so würde auch für den letzten Fall die Erklärung hinreichend seyn. Es sey aber eine wohlbekannte Sache, daß die Ausdünstung der Oberfläche der Erde und der Gewässer während des Regens oft zurückkehre und fortdaure, und mithin die untern Wolken erzeuge, während die obern durch die Menge Dunst ersetzt wurden, welche durch die obere Strömung herbeygeführt und fortwährend zu Thau verdichtet werde, was aus der Trübung der Atmosphäre bey Regenwetter, und aus dem reichlichen Thau hervorgehe, der in den nächtlichen Zwischenräumen des Regens niederzufallen pflege. Auch werde nicht behauptet, daß die Elektricität zur Hervorbringung des Regens anders, als ein secundäres Agens beytrage, welches die Wirkung zweyer großen prädisponirenden Ursachen modificire, nämlich der fallenden Temperatur und des Zuströmen des Dunstes.

Dalton, welcher eine eigene Abhandlung über den Regen bearbeitet hat, suchte die Theorie des **James Hutten** (S. 168. Th. IV.) zu vertheidigen. Allein **de Luc** hat bereits gegen diese Theorie erhebliche Einwendungen gemacht, und in einem neuern Aufsatze zu zeigen sich bemühet, daß sie schwerlich Statt finden könne, vielmehr hat er seine bereits schon im wesentlichsten auseinandergesetzte Theorie des Regens noch mehr zu begründen gesucht.

Die Einwirkung der Elektricität bey der Entstehung des Regens scheint wohl außer allem Zweifel zu seyn;

allein in welcher Verbindung die Elektricität mit der Bildung der Wolken und des daraus entstehenden Regens steht, scheint noch nicht gehörig erklärt zu seyn. Herr Brandes *) führt noch an, daß ihm Howards Meinung, daß bey dem Entstehen der Federbüschel (cirri) an dem Gipfel der Haufenwolke (cumulus) eine Vereinigung entgegengesetzter Elektricitäten Statt finde, darum nicht recht glaublich scheine, weil ihm nicht bekannt sey, daß man jemals diese Erscheinung, oder das Zusammentreffen einer Haufenwolke mit einer federigen Schichtwolke von Blitzen begleitet gesehen habe. Vielmehr habe es ihm und andern wohl einmal geschienen, als ob der Blitz dann zuerst ausgebrochen sey, wenn zwey große gethürmte Haufenwolken gegen einander heranrückend sich erreicht hätten; aber auch hier könne nicht das Annähern einer andern Wolke der eigentliche Grund seyn, warum so starke Elektricität entstehe, sondern vielmehr nur die Veranlassung, warum das Ueberschlagen der gehäuften Elektricität eher eintrete, indem nämlich jene andere Masse sich bis zur Schlagweite nähere.

Es ist also die wahre Erklärung über die Entstehung des Regens noch ein Geheimniß der Natur, so alltäglich auch diese Erscheinung ist. Herrn Brandes scheint bey der so merkwürdigen Erscheinung des Regens die Volta'sche Säule in Hinsicht der Wasserzersetzung einigen Aufschluß zu geben. An derselben sähen wir nämlich an der negativen Seite eine unaufhörliche Entbindung von Wasserstoffgas, und seyn daher geneigt zu fragen: wo denn hier der andere Bestandtheil des Wassers bleibe? Während hier der eine Bestandtheil des Wassers, immer neu erzeugt, sich vor unsern Augen entbinde, zeige das umgebende Wasser sich in allen chemischen und physischen Eigenschaften ganz unverändert, und die Erscheinung würde höchst dunkel seyn, wenn die positive Seite, wo sich Sauerstoff entbinde, ewig vor unsern Augen ver-

*) Beyträge zur Witterungslehre. Leipzig 1820. 8. S. 346 f.

borgen wäre. So ungefähr sey es nun bey der Wolkenbildung. Hier entstehe Wasser an dem einen Ende der Kette; das andere Ende der Kette sey uns aber verborgen, und was dort vorgehe, wüßten wir nicht. Bey der Wasserzersetzung bliebe das Wasser darum unverändert, weil das erste Theilchen zwar seinen Wasserstoff abgebe, aber sogleich von dem zweyten wieder empfange; so wie dieses ihn von dem dritten und so fort durch die ganze Kette wieder erhalte, wo dann erst bey dem letzten Theilchen am positiven Ende der Säule der frey gewordene Sauerstoff hervortrete; und etwas Aehnliches könne hier Statt finden. Freylich frage man mit Recht, wo soll denn bey diesem Prozesse in der Atmosphäre jenes andere Ende der Kette liegen, wo könne es sich unserm forschenden Auge und unserer sorgfältigen Nachforschung so gänzlich entziehen? — Es möge uns wohl sehr nahe seyn, ja unser eigener Körper könnte mit zu denen gehören, die seinen Einfluß erlitten, ohne daß wir es deutlich bemerkten; denn wer habe bis jetzt Mittel gefunden, um zu erforschen, ob nicht Erde, Pflanzen und Thiere anders durch die umgebende Luft afficirt wurden, während jene großen Erscheinungen in der Atmosphäre vorgiengen, und wer könne also sagen, ob nicht an der ganzen Erdfläche, oder an den Pflanzen, oder selbst an den lebenden thierischen Körpern jene andere Hälfte des Prozesses vorgehe, dessen große Wirkungen dort oben die Augen Aller auf sich zögen. Herr **Brandes** sucht noch einige Erscheinungen in der Atmosphäre mit dieser Hypothese in Verbindung zu bringen, und es scheint allerdings der Mühe werth zu seyn, diese Voraussetzung durch Beobachtungen sorgfältig zu prüfen, indem bey den Haupterscheinungen in der Natur der galvanische Prozeß einer der merkwürdigsten ist.

Rhodium (Rhodium) (N. A.) ist ein neues Metall, welches D. **Wollaston** in den Körnern der rohen Platina entdeckt hat. Zuerst kann man dasselbe aus den

allein in welcher Verbindung die Elektricität mit der Bildung der Wolken und des daraus entstehenden Regens steht, scheint noch nicht gehörig erklärt zu seyn. Herr Brandes *) führt noch an, daß ihm Howards Meinung, daß bey dem Entstehen der Federbüschel (cirri) an dem Gipfel der Haufenwolke (cumulus) eine Vereinigung entgegengesetzter Elektricitäten Statt finde, darum nicht recht glaublich scheine, weil ihm nicht bekannt sey, daß man jemals diese Erscheinung, oder das Zusammentreffen einer Haufenwolke mit einer federigen Schichtwolke von Blitzen begleitet gesehen habe. Vielmehr habe es ihm und andern wohl einmal geschienen, als ob der Blitz dann zuerst ausgebrochen sey, wenn zwey große gethürmte Haufenwolken gegen einander heranrückend sich erreicht hätten; aber auch hier könne nicht das Annähern einer andern Wolke der eigentliche Grund seyn, warum so starke Elektricität entstehe, sondern vielmehr nur die Veranlassung, warum das Ueberschlagen der gehäuften Elektricität eher eintrete, indem nämlich jene andere Masse sich bis zur Schlagweite nähere.

Es ist also die wahre Erklärung über die Entstehung des Regens noch ein Geheimniß der Natur, so alltäglich auch diese Erscheinung ist. Herrn Brandes scheint bey der so merkwürdigen Erscheinung des Regens die Volta'sche Säule in Hinsicht der Wasserzersetzung einigen Aufschluß zu geben. An derselben sähen wir nämlich an der negativen Seite eine unaufhörliche Entbindung von Wasserstoffgas, und seyn daher geneigt zu fragen: wo denn hier der andere Bestandtheil des Wassers bleibe? Während hier der eine Bestandtheil des Wassers, immer neu erzeugt, sich vor unsern Augen entbinde, zeige das umgebende Wasser sich in allen chemischen und physischen Eigenschaften ganz unverändert, und die Erscheinung würde höchst dunkel seyn, wenn die positive Seite, wo sich Sauerstoff entbinde, ewig vor unsern Augen ver-

*) Beyträge zur Witterungslehre. Leipzig 1820. 8. S. 346 f.

borgen wäre. So ungefähr sey es nun bey der Wolkenbildung. Hier entstehe Wasser an dem einen Ende der Kette; das andere Ende der Kette sey uns aber verborgen, und was dort vorgehe, wüßten wir nicht. Bey der Wasserzersetzung bliebe das Wasser darum unverändert, weil das erste Theilchen zwar seinen Wasserstoff abgebe, aber sogleich von dem zweyten wieder empfange; so wie dieses ihn von dem dritten und so fort durch die ganze Kette wieder erhalte, wo dann erst bey dem letzten Theilchen am positiven Ende der Säule der frey gewordene Sauerstoff hervortrete; und etwas Aehnliches könne hier Statt finden. Freylich frage man mit Recht, wo soll denn bey diesem Prozesse in der Atmosphäre jenes andere Ende der Kette liegen, wo könne es sich unserm forschenden Auge und unserer sorgfältigen Nachforschung so gänzlich entziehen? — Es möge uns wohl sehr nahe seyn, ja unser eigener Körper könnte mit zu denen gehören, die seinen Einfluß erlitten, ohne daß wir es deutlich bemerkten; denn wer habe bis jetzt Mittel gefunden, um zu erforschen, ob nicht Erde, Pflanzen und Thiere anders durch die umgebende Luft afficirt wurden, während jene großen Erscheinungen in der Atmosphäre vorgiengen, und wer könne also sagen, ob nicht an der ganzen Erdfläche, oder an den Pflanzen, oder selbst an den lebenden thierischen Körpern jene andere Hälfte des Prozesses vorgehe, dessen große Wirkungen dort oben die Augen Aller auf sich zögen. Herr **Brandes** sucht noch einige Erscheinungen in der Atmosphäre mit dieser Hypothese in Verbindung zu bringen, und es scheint allerdings der Mühe werth zu seyn, diese Voraussetzung durch Beobachtungen sorgfältig zu prüfen, indem bey den Haupterscheinungen in der Natur der galvanische Prozeß einer der merkwürdigsten ist.

Rhodium (Rhodium) (N. A.) ist ein neues Metall, welches D. **Wollaston** in den Körnern der rohen Platina entdeckt hat. Zuerst kann man dasselbe aus den

rohen Platinkörnern als ein dreyfaches Salz verbunden mit Salzsäure und Natron gewinnen; dieses Salz wird alsdann im Wasser aufgelöset, und das Metall mit Zink als ein schwarzes Pulver gefällt. In der Hitze bleibt dies Pulver schwarz, erhält aber vom Borax einen weißen metallischen Glanz, ob es gleich unschmelzbar bleibt. Durch Schwefel oder Arsenik wird es indessen schmelzbar, und diese Zusätze können nachher durch fortgesetzte Hitze ausgetrieben werden. Das gewonnene Kügelchen ist nicht hämmerbar. Sein specifisches Gewicht ist noch nicht bekannt, es scheint aber nicht über 11 zu betragen. Den Namen **Rhodium** gab ihm **Wollaston** von dem griechischen Worte ῥόδον wegen der rosenrothen Farbe seiner Auflösungen.

M. s. **Klaproth's** chemisches Wörterbuch, Artikel **Rhodium**.

S.

Säuren (Zus. zu S. 290. Th. IV.). Da die Eintheilung der Säuren in drey Ordnungen, je nachdem sie aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche ihren Ursprung nehmen, nicht ausreichte, so fieng man an, sie in einfache, und in zusammengesetzte einzutheilen, und verstand unter den erstern diejenigen, welche aus Sauerstoff und einem einfachen und unzerlegten Körper bestehen, unter den zweyten aber diejenigen, welche außer dem Sauerstoffe noch zwey oder mehrere einfache Stoffe enthalten. Die einfachen Säuren erhalten ihre Benennungen von demjenigen Körper, welcher ihre Basis ausmacht; wie z. B. die Verbindung des Sauerstoffs mit Schwefel, Phosphor, Chrom u. s. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chromsäure u. s. f. Bey den zusammengesetzten Säuren wird ein Theil von ihnen durch andere Säuren, oder durch Einwirkung des Feuers auf thierische und vegetabilische Substanzen gebildet, und sie erhalten gewöhnlich ihre Benennung von den Körpern, aus welchen sie gewonnen werden, wie z. B. die Essigsäure, Citronensäure, Spiersäure, Weinsteinsäure u. s. f. Ure nennt aber auch diese

Eintheilung der Säuren schwankend; und sucht sie lieber zur leichtern und bessern Uebersicht unter folgende Abtheilungen und Unterabtheilungen zu bringen:

Die erste Abtheilung enthält die Säuren aus der unorganischen Natur, oder solche, welche man ohne Vermittelung animalischer oder vegetabilischer Erzeugnisse erhalten kann.

Die zweyte Abtheilung enthält Säuren, welche durch organische Thätigkeit, oder durch künstliche Behandlung organischer Stoffe erzeugt werden.

Die erste Abtheilung zerfällt in drey Familien: 1. Sauerstoffsäuren, 2. Wasserstoffsäuren und 3. Säuren, die weder das eine noch das andere dieser säuernden Principe enthalten.

Erste Familie. Sauerstoffsäuren.

Erste Unterabtheilung. Nichtmetallische.

1. Die Boraxsäure (Acidum boracicum).
2. Die Kohlensäure (Acidum carbonicum).
3. Die Chlorsäure (Acidum chloricum oxygenatum).
4. Die oxydirte Chlorsäure (Acid. Chlor.).
5. Die Chlor-Kohlensäure (Acid. Chloroxycarbonicum).
6. Die salpetrige Säure (Acid. Nitrosum).
7. Die Untersalpetersäure (Acid. subnitricum).
8. Die Salpetersäure (Acid. nitricum).
9. Die Jodsäure (Acid. Jodicum).
10. Die Jod-Schwefelsäure (Acid. Jodo-sulphuricum).
11. Die unterphosphorige Säure (Acid. subphosphorosum).
12. Die phosphorige Säure (Acid. phosphorosum).
13. Die Unterphosphorsäure (Acid. subphosphoricum).
14. Die Phosphorsäure (Acid. phosphoricum).
15. Die unterschweflige Säure (Acid. subsulphurosum).
16. Die schweflige Säure (Acid. sulphurosum).
17. Die Unterschwefelsäure (Acid. subsulphuricum).
18. Die Schwefelsäure (Acid. sulphuricum).
19. Die Oxycansäure (Acid. cyanicum).
20. Die Selansäure (Acid. selenicum).

Zweyte Unterabtheilung. Metallische.

1. Die Arsenitsäure (Acid. arsenicicum).
2. Die arsenige Säure (Acid. arsenicosum).

3. Die antimonige Säure (Acid. stibiosum).
4. Die Antimonsäure (Acid. stibicum).
5. Die Chromsäure (Acid. chromicum).
6. Die Tantalsäure (Acid. tantalicum).
7. Die Molybdänsäure (Acid. molybdicum).
8. Die molybdänige Säure (Acid. molybdosum).
9. Die Wolframsäure (Acid. Tungstenicum).

Zweyte Familie. Wasserstoffsäuren.

1. Die Flußspathsäure (Acid. fluoricum).
2. Die Jod-Wasserstoffsäure (Acid. hydriodicum).
3. Die Chlor-Wasserstoffsäure (Acidum hydrochloricum s. muriaticum).
4. Die Eisenblausäure (Acid. ferro-cyanicum).
5. Die Selenium-Wasserstoffsäure (Acid. hydroselenicum).
6. Die Blaustoff-Wasserstoffsäure (Acid. hydrocianicum s. zooticum).
7. Die Schwefel-Wasserstoffsäure (Acid. hydrothionicum).
8. Die Tellur-Wasserstoffsäure (Acid. hydrotellaricum).
9. Die Schwefelblausäure oder Anthrakazothionsäure (Acid. hydroanthrazothionicum).

Dritte Familie. Säuren ohne Sauerstoff oder Wasserstoff.

1. Die Jod-Chlorsäure (Acid. Jodo-Chloricum).
2. Die Chlor-Blausäure (Acid. chloriocyanicum).
3. Die Flußboraxsäure (Acid. fluo-boracicum).
4. Die Kieselflußsäure (Acid. fluo-silicicum).

Zweyte Abtheilung. — Säuren organischen Ursprungs.

1. Die Masholdersäure (Acidum Acericum).
2. Die Essigsäure (Acidum aceticum).
3. Die Amniossäure (Acidum allantoicum s. amnioticum).
4. Die Benzoesäure (Acidum benzoicum).
5. Die Schwammsäure (Acidum boleticum).
6. Die Buttersäure (Acidum butyricum).
7. Die Kamphersäure (Acidum camphoricum).
8. Die Käsesäure (Acidum caseosum).
9. Die Sabadillsäure (Acidum cevadillicum s. sabadillicum).
10. Die Gallenstein-Fettsäure (Acidum cholestearicum).
11. Die Citronsäure (Acidum citricum).
12. Die Delphinsäure (Acidum delphinicum).

13. Die Gallahsäure (Acidum Ellagicum).
14. Die Ameisensäure (Acidum formicum).
15. Die Pilzsäure (Acidum fungicum).
16. Die Galläpfelsäure (Acidum gallaceum).
17. Die Strychnossäure (Acidum strychnicum).
18. Die Chinasäure (Acidum cinicum).
19. Die Lacksäure (Acidum laccicum).
20. Die Milchsäure (Acidum lacticum).
21. Die Lampensäure, Aethersäure (Acidum aethericum).
22. Die Harnsäure oder Blasensteinsäure (Acidum uricum).
23. Die Aepfelsäure (Acidum malicum).
24. Die Mekonsäure, Mohnsäure (Acidum meconicum).
25. Die Kockelssäure (Acidum menispermicum).
26. Die Talgsäure (Acidum sebacicum).
27. Die Syrupsäure (Acidum melassicum).
28. Die Honigsteinsäure (Acidum melilithicum).
29. Die Maulbeerholzsäure (Acidum moroxylicum).
30. Die Schleimsäure oder Milchzuckersäure (Acidum mucosum).
31. Die Nitroleucinsäure (Acidum nitro-leucicum).
32. Die Nitrosacharinsäure (Acidum nitro-saccharicum).
33. Die Oelsäure (Acidum oleosum).
34. Die Sauerkleesäure (Acidum oxalicum).
35. Die Purpursäure (Acidum purpuricum).
36. Die brenzliche Harnsäure (Acidum pyro-lithicum).
37. Die brenzliche Aepelsäure (Acidum pyro-malicum).
38. Die brenzliche Weinsteinsäure (Acidum pyro-tartaricum).
39. Die rosenrothe Säure (Acidum roseum).
40. Die Fettsäure (Acidum sebacicum).
41. Die Korksäure (Acidum subericum).
42. Die Bernsteinsäure (Acidum succinicum).
43. Die Schwefelweinsäure (Acidum deutoenothionicum).
44. Die Weinsteinsäure (Acidum tartaricum).

Von einigen der merkwürdigsten dieser angeführten Säuren handeln eigene Artikel. Durch die großen Fortschritte in der neuern Chemie hat man Säuren entdeckt, welche gar keinen Sauerstoff enthalten, und dieserwegen sind auch diese hier mit aufgeführt worden.

M. s. Handwörterbuch der praktischen Chemie rc. von Ure, aus dem Englischen übersetzt. Weimar 1824. 8. Artikel: *Acida* (Säuren).

Salmiak (Zus. zu S. 301. Th. IV.). Eine andere Bereitungsart des Salmiaks besteht in folgenden: Man destillirt Knochen in großen Eisenretorten, wobey der Stickstoff und Wasserstoff der Knorpel, Ammoniak geben, das in der Vorlage übergeht, und mit Wasser, brenzlichem Oel, Essig, Kohlensäure, gekohltem und geschwefeltem Wasserstoff gemengt ist. Das gewonnene unreine kohlensaure Ammoniak wird im Wasser aufgelöset, und mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen, oder bisweilen von Alaun gemengt, wobey sich das Ammoniak mit der Schwefelsäure verbindet, und das Eisenoxyd oder die Thonerde ausgeschieden wird. Hierauf wird die durchgeseihete Lösung zur Krystallisation abgedunstet, und das krystallisirte schwefelsaure Ammoniak mit Kochsalz gemengt, und in steinernen Flaschen in einem Galeerenofen bey etwas raschem Feuer erhitzt, wobey sich der Salmiak in dem obern Theile der Gefäße sublimiret, und auf dem Boden Glaubersalz zurückbleibt. Zuweilen löset man auch das schwefelsaure Ammoniak mit Kochsalz im Wasser auf und dampft es zum Krystallisiren ab, wobey zuerst der Salmiak und dann das Glaubersalz anschießt. Der sublimirte Salmiak kommt in zähen halb durchsichtigen Kuchen vor und ist dann am reinsten. Den krystallisirten läßt man in Zuckerhutformen abtröpfeln, stampft ihn dann zusammen, und trocknet ihn; er ist durch Glaubersalz verunreiniget und enthält Feuchtigkeit.

Salze (Zus. zu S. 317. Th. IV.). Ueber die Auflösbarkeit der Salze im Wasser hat Gay-Lussac *) eine wichtige Abhandlung bekannt gemacht. Er bemerkt zuerst, daß die bisherige Kenntniß über die Auflösbarkeit der Salze noch sehr mangelhaft sey. Man sey der gewöhnlichen Meinung, daß sich die Salze besser im heißen als im kalten Wasser auflösen lassen, und daß sich einige derselben bey einer gewöhnlich sehr ungewissen Temperatur aufzulösen pflegen. Allein gerade von dieser Eigen-

*) Annales de chimie et de physique. To. XI. p. 296 sq.

schaft der Salze hiengen ihre gegenseitige Zersetzung, ihre Scheidung, so wie die verschiedenen Verfahrungsarten für die Analyse derselben ab. Die Auflösung der Salze verdiene als chemischer Prozeß besondere Aufmerksamkeit; denn wenn auch die Ursachen, durch welche sie bewirkt werde, dieselben seyn, welche andere Verbindungen erzeugten, so seyn doch ihre Wirkungen einander nicht ähnlich. Zur Bestimmung der Salzmenge, welche vom Wasser aufgelöset werden kann, sättiget man das Wasser ganz genau mit dem Salze, dessen Auflöslichkeit man für eine bestimmte Temperatur wissen will; alsdenn wiegt man eine gewisse Quantität dieser Auflösung ab, verdünstet sie, und wiegt endlich den Salzrückstand. Eine vollkommen gesättigte Auflösung erhält man auf zweyerley Weise, indem man nämlich das Wasser mit dem Salz erhitzt, und es bis zu der Temperatur wieder abkühlen läßt, deren Auflöslichkeit unbekannt ist; oder indem man einen großen Ueberschuß von Satz in kaltes Wasser bringt, und allmälig die Temperatur bis zur verlangten erhöhet. In jedem Falle ist es nöthig, daß man die endliche Temperatur wenigstens zwey Stunden lang ohne Unterbrechung erhält und die Salzauflösung häufig umrühret, so daß man der vollständigen Sättigung ganz versichert seyn kann. Durch directe Versuche, die mit großer Sorgfalt gemacht worden, überzeugte sich Gay-Lussac, daß beyde Verfahrungsarten genau dasselbe Resultat gaben, und daß es folglich einerley sey, welche von beyden man anwende.

Indessen will D. Thompson gefunden haben, daß das Wasser mehr Arsenikoxyd in Auflösung erhält, wenn es durch Abkühlung gesättiget, als wenn es mit Oxyd, ohne Erhöhung der Temperatur, in Berührung gebracht worden ist. Allein Gay-Lussac vermuthet, daß er zu wenig Arsenikoxyd im Verhältnisse zum Wasser angewendet, und beyde nicht lange genug in Berührung gelassen habe. Gay-Lussac versteht unter Sättigung in der Salzauflösung von unveränderlicher Temperatur den

Punkt, wo das Auflösungsmittel, immer in Berührung mit dem Salze, nichts mehr aufnehmen, und nichts mehr fahren lassen kann. Dieser einzige Punkt muß gewählt werden, weil er durch chemische Kräfte bestimmt ist und so lange beständig bleibt, als diese Kräfte beständig sind. Dieser Erklärung zu Folge ist jede Salzauflösung, welche ohne Veränderung der Temperatur, Salz fahren lassen kann, nothwendig übersättiget. Im Durchschnitt kann erweislich Uebersättigung kein fester Punkt seyn, und es ist die Ursache, welche sie hervorbringt, dieselbe, welche auch das Wasser unter der Temperatur, bey welcher es zu erstarren pflegt, noch flüssig erhält.

Die Resultate, welche Gay-Lussac aus den genauen Versuchen über die Auflöslichkeit verschiedener Salze gefunden hat, sind als arithmetisches Mittel von wenigstens zwey Versuchen, folgende:

Auflöslichkeit des Kaliumchlorids

Temperatur nach der 100theil. Skale	Quantität des durch 100 Theile Wasser aufgelöseten Chlorids
0,05°	29,21
19,35	34,53
52,39	43,59
97,58	50,93
109,60	59,26

Auflöslichkeit des Bariumchlorids

Temperatur nach der 100theil. Skale	Quantität des in 100 Theilen Wasser aufgelöseten Salzes
15,64°	34,86
49,31	43,84
74,89	50,94
105,48	59,58

Bey diesen Versuchen ist das Bariumchlorid ganz wasserfrey angenommen; da es aber, wenn es krystallisirt, zwey Verhältnisse Wasser behält, 22,65, für eins des Chlorids 131,1; so muß man, um seine Auflöslichkeit mit der anderer Salze zu vergleichen, eine jede Zahl der Auflöslichkeit um dieselbe Zahl, welche durch das Verhältniß 22,65 zu 131,1 ist multipliciret worden, vermehren, und um eben so viel die Menge des Wassers vermindern. Nach

dieser erfolgten Verbesserung verändern sich die vorigen Resultate in folgende:

Temperatur	Salz aufgelöst in 100 Theilen Wasser
15,64°	43,50
49,31	55,63
74,89	65,51
105,48	77,89

Auflöslichkeit des Natriumchlorids

Temperatur	Salz aufgelöst in 100 Theilen Wasser
13,89°	35,81
16,90	35,88
59,93	37,14
109,73	40,38

Auflöslichkeit des schwefelsauren Kalis

Temperatur	Salz aufgelöst in 100 Theilen Wasser
12,72°	10,57
49,08	16,91
63,90	19,29
101,50	62,33

Auflöslichkeit der schwefelsauren Talkerde

Temperatur	Salz aufgelöst in 100 Theilen Wasser
14,58°	32,76
39,86	45,05
49,08	49,18
64,35	56,75
97,03	72,30

Die schwefelsaure Talkerde ist hier als wasserfrey angenommen; da sie aber, wenn sie krystallisirt, sieben Theile Wassers, 79,3, für 1 Verhältniß Salz, 74,6 behält; so muß jede Zahl, welche die Auflöslichkeit ausdruckt, um diese Zahl, die durch das Verhältniß von 79,3 zu 74,6 ist multipliciret worden, vermehrt, und die correspondirende Menge Wassers um eben so viel vermindert werden. Daher erhält man für die Auflöslichkeit der krystallisirten schwefelsauren Talkerde folgende Resultate:

Temperatur	krystallisirtes Salz aufgelöst in 100 Theilen Wasser
14,58	103,69
39,86	178,34
49,08	212,61
64,35	295,13
97,03	644,44

Diese Resultate sind nicht mehr den Temperaturen proportional; sie nehmen in einem weit größern Verhältnisse zu.

Auflöslichkeit des schwefelsauren Natrons

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Wasser wasserfreyes	krystallisirtes
0,00°	5,02	12,17
11,67	10,12	26,38
13,30	11,74	31,33
17,91	16,73	48,28
25,05	28,11	99,48
28,76	37,35	161,53
30,75	43,05	215,77
31,84	47,37	270,22
32,73	50,65	322,12
33,88	50,04	312,11
40,15	48,78	291,44
45,04	47,81	276,91
50,40	46,82	262,35
59,79	45,42	
70,61	44,35	
84,42	42,96	
103,17	42,65	

Man sieht aus diesen Resultaten, daß die Auflöslichkeit des schwefelsauren Natrons nach einem besondern Gesetze zufortschreitet. Nachdem sie ohngefähr bis 33° sehr rasch zugenommen hat, und daselbst zu ihrem Maximum gekommen ist, nimmt sie bis 103,17° wieder ab, und ist bey dieser Temperatur ziemlich wieder dieselbe, wie bey 30,5°. Das schwefelsaure Natron giebt das zweyte Beyspiel eines Körpers, dessen Auflöslichkeit abnimmt, wenn die Temperatur zunimmt. Dieselbe Eigenschaft hat bereits **Dalton** am Kalke wahrgenommen.

Auflöslichkeit des salpetersauren Baryts

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Wasser
0,00°	5,00
14,95	8,18
17,62	8,54
37,87	13,67
49,22	17,07
52,11	17,97
73,75	25,01
86,21	29,57
101,65	35,18

Auflöslichkeit des Salpeters.

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Wasser
0,00°	13,32 [?]
5,01	16,72
11,67	22,23
17,91	29,31
24,94	38,40
35,13	54,82
45,10	74,66
54,72	97,05
65,45	125,42
79,72	169,27
97,66	236,45

Auflöslichkeit des chlorsauren Kalis

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Wasser
0,00°	3,33
13,32	5,60
15,37	6,03
24,43	8,44
35,02	12,35
49,08	18,96
74,89	35,40
104,78	60,24

Die Veränderungen, welche verschiedene Salze in der atmosphärischen Luft erfahren, sind von zweyerley Art: einige verwittern, und andere zerfließen. Cadet *) hat hierüber mehrere Versuche angestellt, woraus sich ergab, daß das Verwittern so wenig wie das Zerfließen mit den Veränderungen der Atmosphäre zusammenhangen. Die Zahl der zum völligen Verwittern nöthigen Tage steht mit der Menge des Wassers, das sie enthalten, und der Oberfläche, welche sie der umgebenden Luft darbieten, im Verhältnisse. Beym Zerfließen der Salze aber steht die Dauer der Absorption des Wassers von jedem Salze nicht mit der Menge desselben im Verhältnisse; auch läßt sich über die Stärke der Anziehung nicht nach der Schnelligkeit urtheilen, womit die Verbindung erfolget. Selbst von dem Verhältniß der Säure zur Basis fand Cadet die Zerfließlichkeit der Salze unabhängig. Eben so wenig als das Verhältniß der Säuren und Grundlagen in den Salzen, gab auch die besondere Natur der Säuren über die Erscheinung des Zustandes der Salze

*) Journal de physique Tom. LX. p. 291 sq. übers. in Schweigger's Journ. für Chemie u. Phys. B. I. S. 129 f.

Aufklärung: denn man findet zerfließliche Salze, deren Bestandtheile keine vorzügliche Anziehung zum Wasser haben, wie die salpetersaure Alaunerde, dagegen das schwefelsaure Natrum verwittert, obgleich die concentrirte Schwefelsäure und das kaustische Natrum, jedes für sich, die Feuchtigkeit anziehen. Auch hier findet der Grundsatz der Chemie Statt, daß die Gemische ganz eigene, und von den ihrer Mischungstheile verschiedene, Eigenschaften besitzen.

Die wenig zerfließlichen Salze zeigten eine eigene Erscheinung. Die saure schwefelsaure Alaunerde und die saure Phosphorsaure Kalkerde, nahmen am Gewicht bald zu, bald ab. Das salzsaure Kupfer nahm 45 Tage ab, ehe es zunahm. Diese Schwankungen und Rückschritte erfolgen nun eine Zeit lang, und wenn das Salz erst eine gewisse Menge Wasser eingesogen hat, entsteht, bis zur völligen Sättigung, ein, wenn auch nur langsam fortschreitender Gang.

Cadet giebt folgende Tafel der zerfließenden Salze, in Folge der Größe ihrer Anziehung, nach der Menge des absorbirenden Wassers: die Menge jedes Salzes betrug 28 Gran

	Zahl der Tage in welchen sie sich sättigen	Absorbirtes Wasser
Essigsaure Kalkerde	146	700
Salzsaure Kalkerde	124	684
Salzsaures Manganes	105	629
Salpetersaures Manganes	89	527
Salpetersaures Zink	124	495
Salpetersaure Kalkerde	147	448
Salzsaure Talkerde	139	441
Salpetersaures Kupfer	128	397
Salzsaures Antimon	124	388
Salzsaure Alaunerde	149	342
Salpetersaure Alaunerde	147	300
Salzsaures Zink	76	294
Salpetersaures Natrum	137	257
Salpetersaure Talkerde	73	207
Essigsaure Alaunerde	104	202
Saure schwefelsaure Alaunerde	121	202
Salzsaures Wismuth	114	174
Saure phosphorsaure Kalkerde	93	155
Salzsaures Kupfer	119	148

Durch den Galvanismus können alle Salze zersetzt werden, wenn man sie angefeuchtet oder aufgelößt der Wirkung einer hinreichend starken Säule aussetzt. Nach der Natur des Salzes wird sich die Grundlage im oxydirten oder reducirten Zustande nach dem negativen Pole, die Säure, und wenn die Grundlage reduciret wurde, auch der mit ihr verbundene Sauerstoff, sich nach dem positiven Pole hinbegeben.

Salzsäure (Zus. zu S. 320. Th. IV.). Brugnatelli *) hat folgende sehr einfache Art angegeben, reine Salzsäure mit Leichtigkeit zu gewinnen. Man füllt einen steinernen Krug zur Hälfte mit Kochsalz an, und verschließt die Oeffnung desselben mit einem Pfropf von Speckstein, Meerschaum oder Graphittiegelmasse, worin vorher zwey Löcher für zwey Röhren sind gemacht worden. In diese Löcher wird ein Sicherheitsrohr und eine in einem etwas spitzigen Winkel gebogene Glasröhre eingesetzt, deren längeres Ende 5 bis 6 Zoll hat. Der Pfropf wird mit einem Kitt aus Leinölfirniß und Thon befestiget, und die Röhren selbst werden mit diesem Kitte eingesetzt. Der längere Schenkel des in einem Winkel gebogenen Rohres wird mittelst eines guten Korks in eine kleine tubulirte Vorlage eingepaßt, aus deren Tubulus eine zweyte, ebenfalls mit Kork eingepaßte, niederwärts gebogene Glasröhre das Gas in eine mit Wasser gefüllte Flasche hinab leitet, welche beständig eiskalt erhalten wird. 100 Theile Kochsalz verlangen 84 Theile Schwefelsäure von 1,85 specifischem Gewichte. Diese Säure wird durch die Sicherheitsröhre in kleinen Theilen von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Pfund einzeln zugesetzt, weil sonst im Anfange der Arbeit leicht der Fall eintritt, daß bey Entwickelung des salzsauren Gases die Masse übersteigt und das Ableitungsrohr verstopft.

Der steinerne Krug wird in eine eiserne Kapelle mit Sand so tief eingefüttert, als inwendig das Salz geht;

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XV. S. 456 ff.

am besten thut man, die Säure an einen Tag zuzusetzen und den folgenden Tag frühzeitig den Anfang mit dem Feuern zu machen, und damit dann ununterbrochen fortzufahren, bis kein Gas mehr übergeht. Dazu werden bey einer Vorrichtung, die etwa 6 Pfund Salz enthält, 18 bis 20 Stunden Zeit erfordert. Das Feuer braucht nicht stark zu seyn, aber anhaltend, damit die Hitze gehörig mitten in die Masse dringen kann.

(Zus. z. S. 700. Th. VI.). Ueber die eigentliche Beschaffenheit der Salzsäure haben sich die Chemiker in zwey verschiedene Parteien getheilt. Nach der einen ist die Salzsäure eine Sauerstoffsäure, nach der andern aber eine Wasserstoffsäure. Betrachtet man sie als eine Sauerstoffsäure, so kann sie sich nach den neuern Erfahrungen mit größern Mengen von Sauerstoff verbinden. Sie läßt sich in 5 verschiedenen Stufen überoxydiren, von welchen die beyden, die zunächst auf die Säure folgen, alle Kennzeichen einer Säure entbehren, und dagegen die meisten Merkmale der Superoxyde besitzen; von den drey folgenden Stufen haben die erste die Eigenschaft einer unvollkommenen; die zweyte und dritte aber die der vollkommenen Säuren. Die fünf verschiedenen Abstufungen sind folgende:

1. Das Superoxydul der Salzsäure, oder die von den älteren Chemikern benannte dephlogistisirte Salzsäure wovon der folgende Artikel handeln wird.

2. Das Superoxyd der Salzsäure, welches im Jahre 1811. von Hum. Davy entdeckt wurde. Es ist dieses Superoxyd eben so, wie das Superoxydul eine beständige Gasart, und wird gewonnen, wenn man salzsaures Kali ungefähr mit zweymal so viel, als zu dessen Bedeckung erforderlich ist, von einem Gemenge aus gleichen Maastheilen Salzsäure und Wasser übergießt. Wird dieses Gemenge sehr gelind im Wasserbade erwärmt, so entwickelt sich daraus das Superoxyd in Gasgestalt, und muß über Quecksilber aufgefangen werden, weil es vom Wasser absorbirt wird. Es hat dasselbe eine tiefer dunkel-

gelbe Farbe als das Superoxydul und einen unbehaglichen stechenden Geruch, wie im Gemenge von salpetrichter Säure mit Salzsäure-Superoxydul. Davy vergleicht ihn mit dem Geruche des gebrannten Zuckers. Nach Davy's Bestimmung ist das specifische Gewicht dieses Gases 2, 4.

Dieses Gas besitzt die besondere Erscheinung, daß es bey einer Erhitzung zwischen + 34° und + 40° mit Feuererscheinung und einem starken Knalle sich entzündet, ohne daß ein anderer fremder Körper dazu mitzuwirken braucht. Nach der Explosion hat sich dieses Gas bey der Abkühlung bis zu seiner vorigen Temperatur um ⅕ seines ursprünglichen Volumens ausgedehnt, und besteht nun aus ⅔ gasförmigen Superoxydul und ⅓ Sauerstoffgas, so daß aus 100 Theilen Superoxydgas 120 Theile werden, welche aus 80 Theilen Superoxydul und 40 Theilen Sauerstoffgas bestehen. Weil dies Gas mit außerordentlicher Leichtigkeit explodirt, so muß damit äußerst vorsichtig umgegangen werden. Nach den Untersuchungen des Herrn Berzelius ergiebt sich, daß die Salzsäure im Superoxyde mit zweymal so viel Sauerstoff, als im Superoxydule verbunden ist.

3. Die oxydirte salzigte Säure. In den neueren Zeiten hatten die Chemiker die Vermuthung geäußert, daß die bleichende Flüssigkeit, die man erhält, wenn alkalische Auflösungen Salzsäure-Superoxydul aufnehmen, im Salz von einer bis dahin unbeachteten Verbindung der Salzsäure mit Sauerstoffe sey, welche mehr Sauerstoff, als das Superoxyd, und weniger als die oxydirte Salzsäure enthalten möchte. Diese Verbindung wurde in ihrer isolirten Gestalt vom Grafen Stadion in Wien und von Hum. Davy in London im Jahre 1814. entdeckt. Bey der gewöhnlichen Wärme der atmosphärischen Luft bildet die oxydirte salzigte Säure eine beständige Gasart, von einer weit dunkler gelben Farbe als das Gas des Superoxyds. Man gewinnt sie, wenn man vorsichtig oxydirt salzsaures Kali entweder mit concentrirter Schwefelsäure

oder mit concentrirter Salpetersäure, destillirt. Es hat dies Gas einen eigenthümlichen, von dem Geruche des Superoxyduls bestimmt verschiedenen Geruch und bringt die Symptome des Schnupfens und Katarr'hs weniger heftig, als dieses hervor. Im Dunkeln kann es aufbewahrt werden, ohne daß es sich zersetzt, im Sonnenscheine aber wird es mit Erweiterung seines Umfanges zerlegt, und in Superoxydul und Sauerstoffgas verwandelt. Beym Erhitzen oder Durchschlagen des elektrischen Funkens erfolget die Zersetzung augenblicklich mit Erscheinung von Feuer und einer gewaltsamen Explosion.

4. Oxydirte Salzsäure. Man hatte sonst wohl diesen Namen der dephlogistisirten Salzsäure gegeben; allein Berzelius bemerkte, daß die oxydirte Salzsäure alle Kennzeichen einer Säure besitzt, welches bey der dephlogistisirten Salzsäure oder dem Superoxydul der Salzsäure nicht der Fall ist. Berthollet fand zuerst, daß diese unvollkommene Säure aus dem Superoxydul der Salzsäure durch Zersetzung gewonnen werde. Späterhin entdeckte aber Gay-Lussac, daß sie unzerlegt erhalten werden kann, wenn oxydirt salzsaure Baryterde in Wasser aufgelößt und die Baryterde aus dieser Auflösung genau mit der dazu erforderlichen Menge Schwefelsäure niedergeschlagen, nachher aber das Flüssige filtrirt und durch vorsichtiges Abdampfen concentrirt wird. Dadurch erhält man eine Flüssigkeit von ölartiger Consistenz von scharfem und rein saurem Geschmack, welche das Lackmuspapier röthet, ohne es zu bleichen, die Farbe des in Schwefelsäure aufgelöseten Indigs nicht verändert, vom Sonnenlicht gar nicht, oder doch höchst langsam zerlegt und durch den Zutritt der Luft nicht verändert wird. Nach Hum. Davy ist die durch Schwefelsäure aus dem Barytsalze abgeschiedene oxydirte Salzsäure noch nicht in unverbundenem Zustande erhalten worden.

5. Ueberoxydirte Salzsäure. Es hat der Graf Stadion entdeckt, daß es außer den angeführten Ver-

bindungen noch eine giebt, die eine noch größere Menge Sauerstoff, als die oxydirte Salzsäure enthält. Nach Stadion gewinnt man sie, wenn man auf jeden Gran des oxydirt salzsauren Kali's 3 bis 4 Gran einer völlig concentrirten Schwefelsäure anwendet, und, nachdem die Säure auf das Salz aufgegossen worden und die heftigste Wirkung vorüber ist, das Gemenge so lange gelinde erwärmt, bis es die von der oxydirt salzigten Säure herrührende gelbe Farbe verlohren hat. Die erkaltete Salzmasse wird alsdenn mit kochendem Wasser aufgelößt, und dem Krystallisiren überlassen; hiebey schießt zuerst die Verbindung der neuen Säure mit Kali an, welche noch einige Male umkrystallisirt werden muß, um sie von allem anhangenden schwefelsauren Kali zu befreyen.

Bey der Voraussetzung, daß die Salzsäure eine Sauerstoffsäure ist, und dieselbe aus einem hypothetischen Radikal (Murium) verbunden mit Sauerstoff zusammengesetzt ist, ergeben sich in den beschriebenen Verbindungen, nach Gewichtstheilen gerechnet, folgende Verbindungen:

	Radikal,	Sauerstoff
Salzsäure	41,63	58,37
Superoxydul	32,23	67,77
Superoxyd	26,92	73,71
Oxydirte salzigte Säure	19,21	80,79
Oxydirte Salzsäure	15,13	84,87
Ueberoxydirte Salzsäure nach Stadion	12,48	87,82

Da die Erscheinungen, welche die Salzsäure in Verbindung mit andern Stoffen hervorbrachte, bisher noch außerordentlich hypothetisch und nicht leicht erklärbar waren, so unternahmen es die Herren Gay-Lussac und Thenard mehrere Versuche über die Salzsäure und das Salzsäure-Superoxydul anzustellen, welche im Jahre 1809 dem National-Institute bekannt gemacht wurden. Vermöge derselben nahmen sie an, daß alle bisher bekannten Erscheinungen der Salzsäure und ihres Superoxyduls auf eine leichte Art so erklärt werden könnten, daß man das Su-

peroxydul als einen einfachen Körper, und das gemeine salzsaure Gas als eine Verbindung dieses einfachen Körpers mit Wasserstoff betrachtete. Sie stützten ihre Meynung darauf, daß das Salzsäure-Superoxydul von der Kohle nicht zersetzt werde. Hum. Davy fand sogar, daß dies Superoxydul, selbst bey der höchsten Temperatur von der Kohle nicht zersetzt werde, und folgerte daraus, daß es keinen Sauerstoff enthalten könne, sondern vielmehr ein einfacher Körper sey, welcher von ihm Chlorine (von dem griechischen Worte χλωρος, blaßgrün) genannt, nachher aber durch Chlor ausgedruckt wurde.

Wenn nach dieser neuen Ansicht das Superoxydul als ein einfacher Stoff, als Chlor, betrachtet wird, so erhalten hiernach die Zusammensetzungen der Säuren und Superoxyde der Salzsäure folgende Benennungen: Chloroxyd, Chlorichte Säure, Chlorsäure und oxydirte Chlorsäure. Die Entstehung der Chlorsäure, wenn Chlor mit einer Grundlage, z. B. Kali, in Verbindung kommt, wird also erklärt; das Chlor strebt sich mit einem Antheil des metallischen Radikals, d. h. des Kaliums, zu verbinden, treibt aber den Sauerstoff davon aus, welcher sich mit einem andern Antheil Chlor zu chlorichter Säure oder zu Chlorsäure vereinigt, welche wiederum mit noch unzerlegtem Kali zu chlorsaurem Kali sich verbindet.

Dieser neuen Lehre zu Folge kann es daher auch nicht salzsaure Salze geben, weil die Salzsäure eine Verbindung von Chlor und Wasserstoff ist. Verbindet sie sich mit andern Oxyden, z. B. mit Kali, Natron, Baryterde u. s. f. so wird das Alkali oder die Erde zerlegt und durch den Wasserstoff der Salzsäure zu Metall reducirt, das sich mit dem Chlor verbindet. Es ist daher das Kochsalz oder das salzsaure Natron nicht eine Verbindung einer oxydirten Salzbasis mit einer

Sauerstoffsäure, sondern es ist Chlor-Natrium, dem Phosphor- und Schwefel-Natrium ähnlich.

Da in den spätern Zeiten mehrere mit dem Chlor analoge Körper, z. B. das Jod u. s. f. sind entdeckt worden, und Wasserstoffsäuren darstellen, deren Natur nur durch eine mit dieser vollkommen analogen Ansicht erklärt werden kann, so hat dadurch die Einfachheit des Chlors an Wahrscheinlichkeit außerordentlich gewonnen.

Salzsäure, dephlogistisirte (Zus. z. S. 700. Th. VI.). Die ältere Ansicht, daß diese Substanz eine Sauerstoffsäure sey, ist vorzüglich im Jahre 1808 von Hrn. Davy heftig bestritten worden. Schon hatten die Herren Gay-Lussac und Thenard in einer eigenen Arbeit über die Salzsäure und das Salzsäure-Superoxydul den Gedanken geäußert, daß das Superoxydul eine einfache Substanz seyn könne; allein es schien ihnen anfänglich doch wahrscheinlicher, daß das Superoxydul eine salzsaure Substanz, und ein zusammengesetzter Körper sey. Thenard behauptete noch im Jahre 1816, daß diese Substanz aus Salzsäure und Sauerstoff zusammengesetzt sey. Davy hatte dagegen das Salzsäure-Superoxydul seinen meisterhaften Versuchen zu Folge als eine einfache Substanz angenommen. Es wurde nämlich dasselbe von ihm den stärksten Zersetzungsmitteln ausgesetzt; allein es war nicht möglich ein Resultat zu erhalten, welches ihm zu schließen berechtigt hätte, daß es ein zusammengesetzter Körper sey. Er gab daher demselben den Namen der Chlorine, welcher nachher kurz durch Chlor ist bezeichnet worden. Obgleich H. Davy durch seine Versuche dargethan zu haben schien, daß das Superoxydul eine einfache Substanz sey, so suchten doch noch die meisten Chemiker in einer Zeit von etwa sechs Jahren die Meynung zu vertheidigen, daß es kein einfacher, sondern vielmehr ein zusammengesetzter Körper sey. Nachdem aber die Jodine oder das Jod entdeckt wurde, worüber Gay-Lussac eine meisterhafte Arbeit unternommen hatte, so erklärte sich derselbe auch be-

stimmt für die von Davy vorgetragene neue Lehre über das Salzsäure-Superoxydul *).

Die merkwürdigsten Versuche, aus welchen H. Davy schloß, daß das Chlor ein einfacher Körper sey, sind folgende. Er setzte das Chlor der Wirkung vieler einfacher brennbarer Körper und eben so auch der Wirkung der Metalle aus. Aus den entstandenen Zusammensetzungen suchte er den Sauerstoff durch die stärksten Verwandschaftskräfte, und durch den mächtigsten Galvanismus auszuscheiden, allein ohne allen Erfolg, wie folgende Versuche erweisen.

Bringt man in ein luftleeres Gefäß, welches Zinn enthält, Chlor, erhitzt ferner das Zinn gelinde, und wendet das Chlor in gehöriger Menge an, so verschwindet das Zinn und das Chlor, und es bildet sich eine klare Flüssigkeit, ganz dieselbe wie der liquor Libavii. Ist nun diese Substanz eine Verbindung von Salzsäure und Zinnoxyd, so muß letzteres durch Ammonium von ihr geschieden werden. H. Davy mischte über Quecksilber Ammoniakgas zu einer geringen Menge des liquor Libavii; das Gas wurde mit großer Hitze absorbirt, und kein Gas erzeugt; es entstand ein fester Körper, von mattweißer Farbe. Um zu erfahren, ob derselbe Zinnoxyd enthielt, wurde ein Theil davon erhitzt, aber er verflüchtigte sich ganz in dicken stehenden Dämpfen.

Ein anderer Versuch mit großer Sorgfalt angestellt bewies, daß der liquor Libavii durch Ammonium nicht zersetzt wurde, sondern daß er mit demselben eine neue Verbindung eingeht.

H. Davy präparirte eine beträchtliche Menge der festen Zusammensetzung des Chlors und des Phosphors durch Verbrennung, und sättigte sie mit Ammonium, indem er sie in einem mit Ammoniakgas gefüllten Recipienten erhitzte. Es wurde hierdurch eine sehr große Hitze er-

*) Annales de chemie To. XCI. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIX. S. 315 f.

zeugt, und das Resultat war ein weißes undurchsichtiges Pulver. In der Voraussetzung, daß diese Substanz aus trocknem salzsauren und phosphorsauren Ammonium bestehe, glaubte er Phosphorsäure zu erhalten, wenn er dieselbe glühend werden lasse. Er brachte daher einen Theil dieses Pulvers in eine Röhre von grünem Glas, und machte sie mittelst einer Spirituslampe, außer der Berührung der Luft, rothglühend. Zu seinem großen Erstaunen aber fand er, daß die Substanz nicht im geringsten flüchtig, eben so wenig bey diesem Wärmegrade zersetzbar sey, und keine gasförmige Substanz erzeuge.

Wirkt Chlor auf ein ziemlich gleiches Volumen Wasserstoff, so entsteht zwischen beyden eine Verbindung, deren Resultat Salzsäuregas ist. Wird auf Salzsäuregas mit Quecksilber oder einem andern Metalle gewirkt, so wird das Chlor durch die größere Verwandtschaft des Metalls dem Wasserstoff entzogen, und es entsteht ein Chlorid, ganz dem ähnlich, was man durch Verbrennung gewinnt.

Davy ließ starke Schläge einer Elektrisirmaschine mittelst Platinaspitzen mehrere Stunden lang nach einander durch Chlor gehen; es schien aber nicht die geringste Veränderung an selbiger bemerkbar.

Er elektrisirte Chlorphosphor und Schwefel einige Stunden lang mit einem Volta'schen Apparate von 1000 Paar Platten. Gas wurde nicht abgeschieden, sondern bloß eine geringe Menge Wasserstoff, welche er der im Apparat sich befindenden Feuchtigkeit zuschrieb. Bey einigen seiner neuesten Versuche mit 2000 Paar Platten angestellt, und mit Platindrähten, wo das zur Sperrung der Flüssigkeit benutzte Quecksilber sorgfältig gekocht worden war, erzeugte sich nicht die geringste permanent elastische Substanz.

Ueberhaupt zog Davy aus allen seinen Versuchen folgende allgemeine Schlüsse: Chlorgas verbindet sich mit brennbaren Körpern bloß zu zweyfachen Zusammensetzungen, und wenn es in diesen Fällen auf Oxyde wirkt,

so bewirkt es entweder die Austreibung ihres Sauerstoffs oder veranlaßt denselben, neue Verbindungen einzugehen.

Wenn im Chlorgas irgend eine saure Substanz sich befände, so müßte sie sich offenbaren in der flüssigen Zusammensetzung von einem Verhältnisse Phosphor und zwey Verhältnissen Chlor; denn diese Zusammensetzung müßte in diesem Falle aus Salzsäure und phosphoriger Säure bestehen; aber diese Substanz zeigt keine Wirkung auf Lackmuspapier und wirkt unter gewöhnlichen Umständen eben so wenig auf feuerbeständige alkalische Basen, wie z. B. auf trockenen Kalk oder Talkerde. Chlorgas muß, gleich dem Sauerstoff, in einer großen Menge mit eigenthümlichen brennbaren Substanzen verbunden werden, wenn sie sauer werden sollen. Mit Wasserstoff verbunden röthet es, wiewohl im gasartigen Zustande, das trockneste Lackmuspapier.

Verbrennt man Kalium in Chlorgas, so erhält man eine trockene Zusammensetzung. Wendet man Kalium das mit Sauerstoff verbunden ist, dazu an, so wird der ganze Sauerstoff ausgetrieben, und es entsteht dieselbe Zusammensetzung.

Aus allen diesen und mehreren andern Versuchen schloß nun H. Davy, daß die dephlogistisirte Salzsäure keinesweges zusammengesetzt, sondern vielmehr eine einfache Substanz sey, welche mit brennbaren Körpern Verbindungen eingeht, in ihren Eigenschaften und Verbindungskräften ähnlich den Säuren, welche Sauerstoff oder Oxyde enthalten, und von ihnen wieder dadurch unterschieden, daß sie meistentheils durch Wasser zersetzbar sind. In dieser Hinsicht könnte die Salzsäure Wasserstoff zur Grundlage haben, und das Chlor als ihr säuerndes Princip betrachtet werden. Das Phosphorsublimat hätte dann Phosphor zur Grundlage und das Chlor wäre das säuernde Princip. Der Liquor Libavii und die Verbindungen des Arseniks mit Chlor mußten als ähnliche Körper betrachtet werden. Die Verbindungen des Chlors mit Bley, Silber, Quecksilber, Kalium und Natrium wären, von

diesem Standpunkte aus, als eine Classe von Körpern zu betrachten, welche in Hinsicht ihrer Verwandtschaftskräfte mehr zu den Oxyden, als zu den Säuren gehörten.

Gegen diese neue Lehre haben aber andere ebenfalls sehr geachtete Chemiker erhebliche Einwendungen gemacht, und die ältere aufrecht zu erhalten gesucht. Unter diesen stehen die Herrn Murray und Berzelius an der Spitze. Murray α) suchte zu zeigen, daß sich alle Erscheinungen, welche man anführt, um die Einfachheit des Chlors zu erweisen, eben so gut nach der ältern Theorie erklären lassen. Allein eine genaue Prüfung der von Murray angeführten Gründe hat ergeben, daß dadurch die neue Theorie nicht widerlegt worden ist.

Berzelius β) hat versucht, die ältere und neuere Meynung über die Natur des Salzsäure-Superoxyduls in einer gehaltreichen Abhandlung mit einander zu vergleichen. Er erklärt sich ganz gegen die neuere Ansicht. Sein Hauptargument ist dieß: die neue Lehre stimmt weder mit der elektrisch-chemischen Theorie, noch mit der Lehre der Verwandtschaften noch mit der Lehre der bestimmten Mischungsverhältnisse. Sie paßt also im allgemeinen nicht zu dem übrigen chemischen Lehrgebäude, in so fern man unter diesem eine Reihe zusammenhängender Erörterungen versteht, von welcher keine der andern widerspricht. Wer aber keinen Grund hat, die allgemeine chemische Theorie als falsch zu betrachten, muß Lehren, die mit ihr nicht übereinstimmen, als unrichtig verwerfen. In seiner neuen Ausgabe des Lehrbuchs der Chemie bemerkt er indessen, daß beyderley Erklärungen die Erscheinungen in Bezug auf die übrige chemische Theorie gleich wahrscheinlich darstellten, nur scheine ihm immer noch die Ansicht, daß die Salzsäure eine Sauerstoffsäure sey, entschiedene Vorzüge vor der Chlortheorie zu haben.

α) A system of Chimistry by *Io. Murray*. Vol. II. p. 633 sqq. Elements of Chimistry by *Io. Murray*. Vol. I. p. 485 sqq. *Thomson's* Annals of nat. philosophy N. XX. p. 157.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 356 ff.

Noch neuere Bemerkungen über die verschiedenen Ansichten der gemeinen und der dephlogistisirten (oxydirten) Salzsäure führt der Herr Prof. Fischer [α]) zu Breslau an. Auch nach diesem lassen sich alle bis jetzt bekannt gewordene Erscheinungen nach beyden Theorien genügend erklären; allein manche unbezweifelt natürlicher nach der neuen, z. B. die, welche die Verbindungen mit dem Stickstoff, mit dem Schwefel und dem Phosphor hervorbringen, so wie dagegen andere natürlicher nach der alten, wie besonders die der Verbindungen mit den Metallen, oder der Chloride. Außerdem bezögen sich beyde Theorien auf Analogien mit andern Körpern, die aber immer noch günstiger für die alte, als für die neue Ansicht, sprächen, wovon Herr Fischer mehrere Betrachtungen anführt.

Einen neuen entscheidenden Beweis für die zusammengesetzte Natur des Chlors wollte der Herr D. Sertüner [β]) zu Hameln gefunden haben. Er glaubte, daß es ihm gelungen sey, geglühetes Kochsalz, oder das sogenannte Chlor-Natronium, durch trockene Schwefelsäure (welche bekanntlich in federartigen weißen Krystallen erscheint, und sehr flüchtig ist) in salzsaures Gas und schwefelsaures Natron zu verwandeln. Der Herr Hofr. u. Rit. Doebereiner [γ]) bemerkt aber, daß, wenn auch der Versuch des Herrn D. Sertüner sich bestätigen sollte, wie dieserhalb die Chlortheorie doch nicht aufzugeben hätten; denn man werde fragen dürfen, ob das pneumatische Resultat dieser Zersetzung nicht etwa eine Verbindung von schweflichter Säure mit Chlor sey? welche die Eigenschaft besitze, durch Einwirkung von Wasser in Schwefelsäure und Salzsäure zu zerfallen.

Bey allen diesen Bemühungen der Chemiker scheint daher die Natur der Salzsäure noch nicht gänzlich auf-

---

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXX. S. 365 ff.
β) Ebendaselbst. B. LXXII. S. 109.
γ) Ebendaselbst, B. LXXII. S. 331.

geklärt zu seyn, obgleich die neuere Ansicht der Chlortheorie bey den jetzigen Chemikern mehr Eingang gewinnt.

M. s. Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche von Klaproth. B. I. Artik. Chlorine. Handwörterbuch der praktischen Chemie von A. Ure, Weim. 1824. Artik. Chlorine.

Säurestoff, Sauerstoff (Zus. z. S. 363. Th. IV.). Daß dieser Stoff einer der merkwürdigsten unter allen uns bekannten ist, ist bereits im Artikel angezeigt worden; er macht einen wesentlichen Bestandtheil aller organischen Körper und ihrer Theile, und auch fast aller unorganischen Körper, verbindet sich mit allen übrigen Stoffen ohne Ausnahme, und spielt in der Natur eine der wichtigsten Rollen.

Man hatte bisher angenommen, daß alle jene Sauerstoffverbindungen, welche im Wasser unauflöslich waren, und mithin auch keinen sauren Geschmack, und in den meisten Fällen keinen metallischen Glanz besaßen, und auf die Pigmente der Pflanzen keine Wirkung zeigten, mit dem Namen Oxyde belegt wurden, wie z. B. Eisenoxyd, Kupferoxyd u. s. w. Da aber in der Folge entdeckt wurde, daß auch die Alkalien und Erdarten aus Sauerstoff und andern Stoffen zusammengesetzt, und mithin ebenfalls Oxygenverbindungen sind, ein großer Theil derselben aber, z. B. das Kaliumoxyd, Lithumoxyd, Sodiumoxyd, Calciumoxyd, Bariumoxyd und Strontiumoxyd im Wasser auflöslich ist, einen eigenthümlichen scharfen Geschmack und die Fähigkeit besitzt, die meisten blauen Pflanzenpigmente, z. B. das Pigment der Veilchen, der Kornblume u. s. in grüne, und mehrere rothe Pigmente der Pflanzen z. B. das des Lackmus und des Fernambuckholzes in blaue, und mehrere gelbe Pigmente, als z. B. das der Curcumel und der Rhabarbar in braune umzuwandeln; so mußte jene Erklärung natürlich unnütz werden. Man hat daher in der Folge die Oxygenverbindungen aus mancherley hypothetischen Voraussetzungen

zu erklären gesucht, welche aber insgesammt mit mehrern oder wenigern Mängeln behaftet sind.

Nach Berzelius *) kann ein und derselbe Körper mehrere Oxydationsstuffen besitzen, welche sich, nach ihren verschiedenen Eigenschaften, in vier Classen eintheilen lassen.

1. Das Suboxyd ist die niedrigste Stuffe; es kann sich nicht mit andern oxydirten Körpern vereinigen, ohne mehr Sauerstoff aufzunehmen. Diese Oxydationsstuffe ist weniger allgemein, und bis jetzt nur bey wenigen Körpern bekannt. Zu den Suboxyden gehören die Häutchen, welche sich nach und nach auf metallischen Bley, Zink, Arsenik, Wismuth u. s. f. bilden.

2. Das Oxyd; diese haben eine größere oder geringere Verwandtschaft zu andern oxydirten Körpern, sind am allgemeinsten verbreitet, und fassen alle die Körper in sich, welche in der Chemie unter den Namen der Alkalien, Erdarten, Metalloxyde und Säuren aufgeführt werden. Die erstern davon (die Alkalien, Erdarten, Metalloxyde) begreift man unter der gemeinschaftlichen Benennung: Basen. Sie können zwey, selten drey, Oxydationsstuffen besitzen, wovon die niedrigere, welche gewöhnlich die stärksten Verwandtschaften hat, Oxydul, und die höhere Oxyd genannt wird. So heißt z. B. das schwarze Eisenoxyd: Eisenoxydul, das rothe hingegen: Eisenoxyd.

3. Säuren: so nennt man diejenigen Körper, welche einen sauren Geschmack haben, und die blauen Pflanzensäfte röthen; es giebt davon ebenfalls zwey, bisweilen auch mehrere Abstuffungen. Im Deutschen hat man nur für zwey Säurungsstoffe bestimmte Benennungen. Bey der höhern setzt man das Wort Säure nach dem Namen des brennbaren Körpers z. B. Phosphorsäure, Schwefelsäure; bey der niedrigern macht man von diesen im Adjektiv durch die Endigung in nicht,

*) Lehrbuch der Chemie. B. I. Dresd. 1825. 8. S. 157 ff.

wie z. B. phosphorigte, schwefelichte Säure. Im Lateinischen hat man für erstre die Namen acidum phosphoricum, sulphuricum u. s. und für die letztern acidum phosphorosum, sulfurosum. Manche Säuren haben noch eine höhere Oxydationsstufe und bilden überoxydirte Säuren z. B. die überoxydirte Salzsäure.

4. Die Superoxyde; sie enthalten so vielen Sauerstoff, daß sie, ohne einen Theil davon abzugeben, sich mit andern Oxyden oder Säuren gar nicht verbinden können. Von dieser Beschaffenheit ist z. B. der sogenannte Braunstein, aus welchem der überflüssige Sauerstoff durch Hitze ausgetrieben werden kann.

Alle diese verschiedenen Oxydationsstufen erzeugen sich nach neuern Erfahrungen unter gewissen bestimmten Sprüngen von einer Stufe zur andern, ohne Zwischenstufen. Gewöhnlich geschehen diese Sprünge nach gewissen Gesetzen, so daß die Sauerstoffmenge, welche das Oxyd anfänglich enthielt, sich um ½, oder 2 oder drey Male vermehrt. Im allgemeinen sind aber alle Oxydationsstufen der brennbaren Körper noch nicht bekannt; oft werden neue entdeckt, und es ist wahrscheinlich, daß alle brennbare Körper eine gewisse Anzahl Oxydationsstufen besitzen, in welchen sich die Sauerstoffmengen wie die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 u. s. f. verhalten, so daß der Zuwachs an Sauerstoff das 2, 3, 4, 5fache u. s. w. von der Sauerstoffmenge des niedrigsten Oxyds ausmacht. Ein sehr erläuterndes Beyspiel hievon geben die Oxydationsstufen des Schwefels, welche nämlich sehr nahe in folgenden Verhältnissen zusammengesetzt sind:

im Schwefeloxydul aus 100 Theilen Schwefel und 25 Theilen Sauerstoff;

im Schwefeloxyd aus 100 Theilen Schwefel und 50 Theilen Sauerstoff;

in der schweflichten Säure aus 100 Theilen Schwefel und 100 Theilen Sauerstoff;

in der Schwefelsäure aus 100 Theilen Schwefel und 150 Theilen Sauerstoff.

Die Oxydationsstufen des Schwefels befinden sich also hiernach in den Verhältnissen 1, 2, 4, 6.

Um bey diesen Verhältnissen der verschiedenen Sauerstoffverbindungen der Körper den gebrochenen Zahlen auszuweichen, hat man die Verhältnisse in den Oxygenverbindungen nicht nach dem Gewichte, sondern nach dem Volumen zu bestimmen gesucht. Gay-Lussac entdeckte zuerst, daß, wenn das Sauerstoffgas sich mit andern Körpern verbindet, welche sich in Gasgestalt befinden, diese Vereinigung stets in einem solchen Verhältnisse erfolge, daß sich entweder beyde Gasarten in gleichen Maastheilen mit einander verbinden, oder daß 2, 3 oder mehrere Maastheile des einen Gases sich mit einem einzigen Maastheile des andern Gases vereinigen, so daß in den Verhältnissen keine gebrochene Zahl vorkommt.

Außerdem hat Frere de Montizon α) ein sehr einfaches Verhältniß zwischen den specifischen Gewichten der Metalle und dem Gewichte des Sauerstoffs, womit sich ein Metall verbindet, zu entdecken geglaubt, vermöge welchen der Sauerstoff entweder ein Vielfaches, oder ein Submultiplum derjenigen Zahl ist, welche das specifische Gewicht des Metalls ausdruckt. Diese Meinung hat er durch Zusammenstellung und Vergleichung mehrerer bey oxydirten Substanzen obwaltenden Verhältnisse zu bestätigen gesucht.

Schall (Zus. z. S. 380. Th. IV.). Da die Theorie über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls mit den genauen Versuchen bisher keine übereinstimmende Resultate gegeben hatte, so versuchte Herr Biot β) eine andere Erklärung derselben bekannt zu machen, welche auf wohl erwiesenen Thatsachen beruhe, und die Sache auf eine leichte und einfache Art darthue. Da nämlich die Rechnung, bey der man vom Mariotte'schen Gesetze aus-

α) Annales de chimie et de Physique Tom. VII. p. 171 sq.
β) Journal de physique Tom. LVII. p. 173 sq. und traité de physique exper. Tom. II. Ch. I.

gehe, vollkommen strenge sey, so müsse schlechterdings dieses Gesetz selbst einiger Modificationen bedürfen, wenigstens in so fern man es auf die abwechselnden Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, wodurch der Schall in der Luft fortgepflanzt werde, anwende.

Es sey ein bekanntes Factum, daß die atmosphärische Luft bey der Verdichtung etwas von ihrer latenten Wärme verliere, welche als fühlbare Wärme frey werde, und daß man dagegen bey der Verdünnung einen Verlust an freyer Wärme, die latent gemacht werde, bemerke. Diese an sich sehr beträchtlichen Aenderungen seyn indeß an Thermometern, die man unter Recipienten, in welchen Luft comprimirt oder dilatirt werde, gesetzt habe, nur im geringen Grade merklich, weil die Masse dieser Instrumente bey den gewöhnlichen Versuchen gegen die Masse der unter den Recipienten verdichteten Luft zu beträchtlich sey, und die Wände des Gefäßes zu gute Wärmeleiter wären. Aber bey den Maschinen, deren man sich in den Bergwerken bediene, um eine große Quantität Luft eine Zeitlang in verdichtetem Zustande zu erhalten, gehe bey der Wiederausdehnung der Luft, indem sie ihren natürlichen Zustand wieder annehme, so viel Wärme verloren, daß sich das in der Luft enthaltene Wasser zum Theil als Eis absetze.

Auf ähnliche Weise müßten bey der Fortpflanzung des Schalles die abwechselnden Verdichtungen und Ausdehnungen der Luft eine Aenderung der Temperatur, und mithin der specifischen Elasticität in denjenigen Theilchen hervorbringen, für welche jene Aenderungen der Dichtigkeit Statt fänden. Man dürfe also nicht, wie gewöhnlich geschehe, die Elasticität der Dichtigkeit proportional annehmen; denn dies Gesetz gelte nur, wenn die Temperatur nach geänderter Dichtigkeit dieselbe bleibe, oder wenn der Zustand der Compression oder Dilatation lange genug daure, daß die Luft die anfängliche Temperatur wieder annehmen könne. Im Zustande der Bewegung hingegen, in welchem sich die Luft bey der Fortpflanzung des Schal-

les befinde, wo die Verdichtungen und Verdünnungen sehr schnell auf einander folgten, müsse man nothwendig auf die Veränderungen der Temperatur Rücksicht nehmen.

Es sey also die Höhe einer Quecksilbersäule, welche durch den Druck der Elasticität der Luft das Gleichgewicht hält, $= \alpha$, und es verhalte sich die Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Quecksilbers $= n : 1$. Nimmt man nun an, daß bey der Kraft der Schwere $= 1$ die Aenderungen der Elasticität der Luft, bey gleicher Dichtigkeit, den Aenderungen der Wärmegrade proportional sind, und daß die Elasticität nur $\frac{1}{n}\alpha$ wächst, wenn das Thermometer um 1° Reaum. zunimmt, so wird bey unveränderter Dichtigkeit und bey einer Temperatur von ϱ Graden der Wärme die Elasticität von α auf $\alpha + \frac{\varrho}{n}\alpha = \alpha \left(1 + \frac{\varrho}{n}\right)$ steigen; ändert sich nun außerdem noch die Dichtigkeit der Luft aus n in q bey dem Wärmegrade ϱ, so wird die Elasticität der Luft $= \frac{q\alpha}{n}\left(1 + \frac{\varrho}{n}\right)$. Nach Amonton's Versuchen nimmt die Elasticität der Luft um $\frac{1}{3}$ zu bey einer Erwärmung von 80° Reaum. Nimmt man daher an, daß die Elasticität der Luft gleichförmig mit der Temperatur wachse, so kommt auf 1° Temperaturveränderung eine Elasticitätsveränderung von $\frac{1}{240}$, und es wird $\frac{1}{n} = \frac{1}{240}$. Die Dichtigkeitsveränderungen sind bey der Fortpflanzung des Schalles sehr klein; setzt man also $q = n(1 + S)$ so ist s eine sehr kleine veränderliche Größe, deren höhere Potenzen ohne merklichen Fehler bey vorkommender Rechnung weggelassen werden können. Wie die Größe ϱ von der Dichtigkeit der Luft abhange, ist zwar unbekannt, man kann aber doch, ohne groß zu irren, $\varrho = \varkappa S$ setzen. Es ist daher bey der Fortpflanzung die

Elasticität der Luft $= \alpha (1 + S) \left(1 + \frac{\alpha S}{n}\right) = \alpha S \left(1 + (1 + \frac{\alpha}{n})\right)$.

Vermöge der Theorie der Bewegung elastischflüssiger Körper findet man hieraus den Raum, welchen der Schall in einer Sekunde durchlauft, $= \sqrt{2 g \frac{\alpha \left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)}{n}} = \sqrt{2 g \lambda \left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)}$, eine Formel, welche sich von der gewöhnlichen Theorie nur durch den beständigen Faktor $1 + \frac{\alpha}{n}$ unterscheidet. Die Größe $\sqrt{2 g \lambda}$ beträgt ohngefähr 915 Paris. Fuß; die Erfahrung giebt aber die Fortpflanzung des Schalles auf 1038 Fuß in einer Sekunde an. Soll also die angeführte Formel mit der Erfahrung übereinstimmen, so muß $915 \sqrt{\left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)} = 1038$, mithin $\frac{\alpha}{n} = 0{,}2869$ seyn, welches, wenn man mit Amontons $n = 240$ setzt, $\alpha = 68{,}856$ Grad Wärme der Reaum. Skale giebt; d. h. wenn man die Luft bis zur doppelten Dichtigkeit comprimirt, wo $S = 1$ wird, so muß die Temperatur um 69° Reaum. steigen. Hieraus erhellet also im allgemeinen, daß man auf diese Aenderungen der Temperatur Rücksicht nehmen muß, und daß alsdenn die mathematische Theorie mit der Erfahrung sehr gut zusammenstimmt.

Nach dieser Theorie lassen sich auch die verschiedenen Ungleichheiten begreifen, welche man bey den Schallversuchen in verschiedenen Gasarten wahrgenommen hat. Man hat nämlich gefunden, daß der Schall nach diesen Versuchen jederzeit in allen Luftarten schneller fortgeht, als man nach der gewöhnlichen Newton'schen Formel findet.

Herr la Place war der erste, welcher die Hypothese, worauf Biot seine Theorie von der Fortpflanzung des Schalls gründet, annahm und entwickelte.

Gegen diese Hypothese bemerkte der Herr Prof. Wrede *), daß die Erfahrung uns von der Wahrheit nicht überzeuge, daß der Schall Wärme frey mache. Er hätte nämlich ein sehr empfindliches Thermometer seitwärts einer Kanone so nahe gebracht, daß nur ein Abstand von 6 Schritten übrig blieb; das Geschütz wurde 6 mal kurz nach einander abgefeuert; allein er konnte auch nicht die geringste Veränderung am Stande des Thermometers wahrnehmen. Ueberhaupt meint Herr Wrede, daß unsere Thermometrie nie den Grad der Vollkommenheit erhalten werde, Tausendtheile oder Hunderttausendtheile eines Thermometergrades zu messen, worauf es doch ankommen würde, wenn man sich von dem Grunde oder Ungrunde der Behauptung, der Schall erzeuge Wärme, direct überzeugen wolle. Es bliebe uns daher nichts übrig, als logisch zu untersuchen, ob in der angenommenen Hypothese ein versteckter Wiederspruch liege: Nach seiner Meynung sey wirklich einer darin enthalten; denn sie verlange, wenn der Schall sich mit derjenigen Geschwindigkeit verbreiten solle, welche erfahrungsmäßig sey, daß Wärme in der Luft frey werden müsse; aber diese Wärme soll auch durch den Schall selbst hervorgebracht werden. Um nun in einem ersten, zweyten, dritten Raume, wohin der Schall fortgepflanzt werde, die Geschwindigkeit hervorzubringen, welche zur Ausbreitung des Schalls nöthig sey, müsse der Schall der Geschwindigkeit vorangehn; denn da, wo noch kein Schall vorhanden sey, könne sich auch keine Wärme erzeugen; folglich liege in der Hypothese offenbar die Behauptung: der Schall verbreite sich aus dem Raume, in welchem er erregt werde, in die benachbarten Räume mit der theoretischen Geschwindigkeit, die ihm ohne Zuthun der Wärme

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVIII. S. 401 ff.

eigen sey; aber sobald er sich in den Fortpflanzungsräumen verbreitet habe, gewinne er in diesen Räumen selbst, vermöge der hier erzeugten Wärme, an Geschwindigkeit. Was heiße nun aber das, der Schall müsse seiner Geschwindigkeit vorangehn? doch unläugbar nichts anders als: der Schall müsse so weit als möglich verbreitet seyn, wenn seine eigentliche Geschwindigkeit, womit er sich ausbreite, erst anfange; dieß scheint ihm ein offenbarer Widerspruch zu seyn. Wollte man auch zur Rechtfertigung der la Place'schen Hypothese annehmen, die Wärmeverbreitung gehe schneller vor sich, als die Schallverbreitung, so sey dieß durchaus nicht faktisch, sondern streite vielmehr gegen alle Erfahrung. Er glaube also, daß durch diese Hypothese keinesweges dem Mangel der Theorie abgeholfen sey, und daß der Newton'sche Lehrsatz selbst einer Berichtigung bedürfe, auf welchen die Theorie von der Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls gebauet sey, nämlich: daß die Geschwindigkeiten der in einem elastischen Mittel fortgepflanzten Pulse sich gerade wie die Quadratwurzeln der Elasticitäten, und umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten verhalten, wenn die Elasticität in jedem Mittel der Dichtigkeit proportional bleibe. Daß dieß letztere jedesmal der Fall sey, leide wohl noch manche Zweifel. Man solle daher lieber das Fundament der Theorie genauer untersuchen, als daß man sich begnüge, ihr bloß einen Anstrich zu geben, der die Disharmonie verberge, in welcher sie mit der Erfahrung stehe.

Herrn Wrede ist eingewendet worden, daß es gewiß Biot's Meynung nicht sey, daß die Wärme bloß nachschiebend auf den schon voran gelaufenen Schall wirke, und daß Herr Wrede überhaupt die Theorie des Schalls nicht genau in den Gedanken gehabt habe.

Gegen Biot's Hypothese bemerkt aber auch Herr Prechtl *), daß sie zwar von la Place über die Ver-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXI. S. 449 ff.

größerung der Schallgeschwindigkeit durch Wärmeentwickelung der schwingenden Theile scharfsinnig ausgedacht sey; allein sie scheine ihm keine befriedigende Erklärung zu geben. Denn ërstens sey das indirecte Resultat, auf welches sie führe, nicht recht geeignet, eine directe Bestimmung der Größe der durch Wärmeentbindung vermehrten Elasticität der Lufttheile zu geben, da sich nie bestimmen lasse, ob der durch die Verdichtung entbundene Wärmestoff ganz oder nur zum Theil auf jene Elasticitätsvergrößerung verwendet werde, so daß, wenn auch die Summe der Thermometergrade, die durch die Formel herauskomme, mit der Erfahrung gänzlich übereinstimmen sollte, dadurch für die Hypothese selbst nichts gewonnen sey. Zweytens könne er sich mit Herrn Wrede des Gedankens nicht verwehren, daß man bey dieser Hypothese doch immer das, was bloß Wirkung sey, als einen Theil der Ursache betrachte. Endlich scheine ihm bey derselben der Umstand übersehen zu seyn, daß beym Schalle in dem Maaße, als ein Theilchen in der Luft comprimirt werde, das daneben liegende eben so große verdünnt werde, durch Verdünnung der Luft aber ihre Capacität wachse, und ihre Elasticität in demselben Verhältnisse sich vermindere, in welchem diese Capacität durch Verdichtung abnehme, oder die Elasticität wachse. Mithin müsse, wenn auch wirklich beym Schalle Wärme entbunden werde, im Augenblicke der Entbindung diese Wärme sogleich in den benachbarten verdünnten Theil übergehen, und der vorher verdichtete Theil bey seiner Ausdehnung diese verlorne Wärme wieder aufnehmen, u. s. fort, so daß also die Wirkung der verdichteten Lufttheile in Hinsicht der Veränderung ihrer specifischen Wärme durch die Wirkung der verdünnten aufgehoben werde.

Dagegen scheine der Umstand, den Newton selbst seiner Theorie, als ein Mittel, ihr Resultat der Erfahrung näher zu bringen, zusetze: daß man nämlich das Volumen der festen Lufttheilchen, durch welche der Schall nach Art der festen Körper sich instantan fortpflanze, mit

in Rechnung bringen müsse, zu diesem Behufe besser geeignet, und, in so fern es gewiß sey, daß jede Luftart eine gewisse Menge fester, freylich für unsere Vorstellung unendlich kleiner Theile habe, die ihr Gewicht ausmachen, durchaus nicht zu vernachlässigen zu seyn. Den Einwurf, den Biot gegen die Berücksichtigung dieses Umstandes mache, daß dann nämlich die Luft, besonders bey einiger Verdichtung weit weniger durchsichtig seyn müßte, sey nicht hinreichend. Denn die festen Lufttheilchen seyn äußerst klein, das Verhältniß ihres Volumens zum Volumen, welches ihr Aggregat durch Ausdehnung mittelst des Wärmestoffs erhalte, sey zu geringe, als daß die zur Durchsichtigkeit erforderliche Menge sehr kleiner Zwischenräume nicht auch dann noch Statt finden könnte; und die Durchsichtigkeit eines Körpers stehe so wenig mit seinem specifischen Gewichte im Verhältnisse, daß Wasser, so wie reines Glas, der Durchsichtigkeit der Luft nahe kämen, obgleich ersteres 850 Mal, und letzteres 2550 Mal schwerer als Luft sey.

Vielleicht hätten nur die willkürlichen Annahmen, welche Newton seiner Rechnung zum Grunde gelegt, die Physiker von ihrer nähern Untersuchung abgeschreckt; Herr Prechtl sucht diesen Umstand näher zu erörtern, und versucht durch Auffindung des Volumens der ponderablen Grundlagen der Luft die Größe zu bestimmen, um welche der durch die gewöhnliche Formel $\sqrt{a g \lambda}$ gefundene Raum der Schallgeschwindigkeit, bloß aus theoretischen Gründen vermehrt werden müsse.

Herr Prechtl sucht hiernach aus den Gewichten von Sauerstoffgas, Stickgas und kohlensaurem Gas eines Pariser Cubikfußes denjenigen Raum, welcher durch die unmittelbare Fortpflanzung der Bewegung der Theile in instantan durchlaufen wird, und welcher zu der gewöhnlichen Formel hinzugethan werden müsse. Nach den bekannten specifischen Gewichten dieser drey Gasarten, welche in der Atmosphäre ihre ponderable Theile ausmachen, findet er diesen hinzuzusetzenden Theil = 110,9 Pariser

Fuß, und den wirklich durchlaufenen Raum = 1025,9 Pariser Fuß. Er bemerkt, daß dieß Resultat von der Erfahrung nur um 12 Fuß abweiche, wovon der Grund sehr leicht in den nicht völlig genauen Angaben der gebrauchten Bestimmungsstücke zu suchen sey. Andere sicherere Bestimmungen würden vielleicht dieses Resultat mit der Erfahrung völlig übereinstimmig machen. Man sehe wenigstens hieraus so viel, daß diese Berücksichtigung des Volumens der festen Theile in der schallenden Luft allerdings völlig hinreichten, die Theorie mit der Erfahrung völlig übereinstimmend zu machen.

Herr Biot bemühete sich nach der Zeit die sinnreiche Idee des Herrn la Place, daß man nämlich auf die beym Schall sich entwickelnde Wärme Rücksicht nehmen müsse, um die mathematische Theorie der Fortpflanzung des Schalls in der Luft mit der Erfahrung auszugleichen, durch neue Schallversuche zu bestätigen *). Er kam zuerst auf den Gedanken, dergleichen Versuche in Dämpfen anzustellen. Wenn ein tönender Körper in denselben in Schwingungen gesetzt werde, so werde bey jeder Schwingung desselben der Raum nach einer Richtung hin vermindert, in der entgegengesetzten Richtung aber vergrößert; es werde also an jener Seite des Körpers etwas Dampf sich in tropfbare Flüssigkeit verwandeln, an dieser dagegen etwas Flüssigkeit die Dampfgestalt annehmen müssen. Diese Verdichtungen und Verdünnung würden ganz dicht bey dem tönenden Körper in der sehr geringen Weite Statt finden, bis auf welche seine Schwingungen reichten, aber nicht bis über diese Weite hinausgehen. Durch das übrige Medium würden sich also die Schwingungen nicht fortpflanzen, und der Schall werde folglich durch dasselbe nicht hindurchgehen.

Nähmen wir jedoch an, daß, indem der tönende Körper durch seine äußerst schnellen Schwingungen den Dampf verdichte, er aus ihm zugleich eine gewisse Menge von Wärme mechanisch auspresse, so werde die Wirkung we-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 426 f.

sämtlich verschieden seyn. Diese Voraussetzung sey aber nichts weniger als unwahrscheinlich, da es bekannt sey, daß alle Dämpfe, die sich zur tropfbaren Flüssigkeit verdichten, sehr viele Wärme hergeben.

Es erfolgten daher rund um den tönenden Körper herum die Erscheinungen des Schalls ganz auf dieselbe Art, als wenn der Dampf ein permanentes Gas geworden wäre; nämlich es entstünden schnell hinter einander folgende augenblickliche Vermehrungen und Verminderungen der Elasticität, deren Wirkung sich von Theil zu Theil durch die ganze Masse des Dampfes verbreite, so daß nun der Schall in ihr entstehen, und sich durch sie verbreiten könne.

Herr Biot ist folglich der Meynung, daß Schallversuche in Dämpfen vorzüglich dazu geeignet sind, die Frage zu entscheiden, ob wirklich in einem luftförmigen Mittel durch Schwingungen eines tönenden Körpers Wärme entbunden werde, wie wir sie allgemein bey schnellen Compressionen sich entbinden sähen. Fände eine solche Wirkung, wie er sie in der Luft annehme, nicht Statt, so könne ein tönender Körper in Dämpfen schlechterdings gar keinen Schall erregen. Töne er dagegen in ihnen, so könne dieß einzig und allein die Wirkung einer solchen Entbindung von Wärme seyn.

Zu dem Ende wurde ein Glas-Ballon, der 36 litres faßte, und dessen Oeffnung mit einem Hahne vollkommen verschlossen werden konnte, genommen. Auf diesen Hahn ließ sich ein zweyter schrauben. Wurde nun der innere Raum des Ballons luftleer gemacht, dann der Raum zwischen beyden Hähnen mit einer Flüssigkeit angefüllt, und der zweyte Hahn zugedreht, der erste aber geöffnet; so ließ sich die Flüssigkeit in den Ballon bringen, ohne daß Luft von außen hineindrang. Im Ballon hieng eine kleine Glocke an einer sehr dünnen Schnur, die an dem untern Hahne befestiget war. Im leeren Raume war der Schall durchaus nicht wahrzunehmen; nachdem aber eine geringe Menge Wassers in den Ballon gebracht war, und

sich darin verdampft hatte, so fieng auch sogleich der Schall an gehört zu werden. Und doch war die Dichtigkeit dieses Dampfes außerordentlich gering, da die Temperatur nur 19° Cent. betrug. Bey mehr hineingelassenen Wasser in einer Stube von 46° Temperatur wurde der Schall sehr merkbar, und man hörte ihn nicht allein in, sondern auch außerhalb der Stube durch die Thüre hindurch. Als der Ballon aus der geheizten Stube gebracht wurde, nahm seine Temperatur sehr bald ab, und der Schall war auffallend schwächer. Es könnte folglich gar kein Zweifel seyn, daß der Schall im Wasserdampfe erzeugt, und durch ihn hindurch fortgepflanzt wurde.

Bey einem andern Versuche wurde in den Ballon eben so viel Alkohol, vom specifischen Gewicht 0,823, als Wasser hineingebracht; hier war der Schall weit stärker, als im Wasserdampfe, weil der Alkoholdampf bey einerley Temperatur nothwendig dichter und elastischer als der Wasserdampf seyn mußte. Im Aetherdampf wurde der Schall noch viel weiter, auf eine Entfernung von 143 Meter bey der Temperatur von 17°,75 Cent., gehöret.

Durch diese Versuche war also auf eine hinreichende Art dargethan, daß der Schall in Dämpfen eben so gut entsteht und sich darin fortpflanzt, als in einem permanent elastischen Gas. Da nun dies nur durch die augenblicklichen Veränderungen der Temperatur geschehen könne, welche durch die Schwingungen des tönenden Körpers hervorgebracht wurden, so sey diese Ursache eine sehr reelle, und folglich unumgänglich nothwendig, auf sie in der mathematischen Theorie von der Fortpflanzung des Schalles Rücksicht zu nehmen, wenn sie sich gleich nicht unmittelbar durch Anbringung eines Thermometers bewahrheiten lasse. Denn das Thermometer könne durch die auf einander folgenden augenblicklichen Veränderungen der Wärme nicht stärker afficirt werden, als es das Barometer durch die augenblicklichen Veränderungen der Elasticität werde, und deren Wirklichkeit jedermann zugebe, wenn sie sich gleich nicht an dem Barometer wahrnehmen ließen.

Dem Herrn Prof. Benzenberg *) war es nun auch besonders darum zu thun, zu bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit sich der Schall in den Dämpfen fortpflanze. Durch einen leichten Versuch fand er diese Geschwindigkeit in den Wasserdämpfen 1030 Pgr. Fuß bey 0° Reau. in einer Sekunde. Nahm er hierauf nach de Saussure das Verhältniß des specifischen Gewichts zu dem der atmosphärischen Luft, bey gleichem Druck und gleicher Wärme, = 7 : 10, so daß folglich bey 0° Reau. und 28 Zoll Quecksilberhöhe der Wasserdampf 14993 Mal leichter als Quecksilber ist; so müßte sich nach der Newton'schen Theorie der Schall im Wasserdampfe mit einer Geschwindigkeit von 1027,6 Par. Fuß in einer Sekunde bewegen. Aus dieser Uebereinstimmung der nach der Theorie berechneten Geschwindigkeit mit der durch Erfahrung gefundenen scheint Herrn Benzenberg zu folgen, daß die frey werdende Wärme die Geschwindigkeit des Schalles in den Wasserdämpfen nicht beschleunige, und daß sie wahrscheinlich wieder völlig latent werde, indem sie, den Dampf in seinem elastischen Zustande zu erhalten, verwendet werde.

Uebrigens bemerkt er noch, daß des Herrn la Place angeführte sinnreiche Idee, nach welcher die Wärme, welche bey den Compressionen der Schallwellen frey werde, die vorzügliche Ursache der geschwindern Fortpflanzung des Schalles in der atmosphärischen Luft sey, als sie die Theorie gebe, große Schwierigkeiten zu haben scheine. Man müsse annehmen, daß hiebey 84° Wärme frey werde, und diese Compressionen müßten daher außerordentlich stark seyn, da bey den Verdichtungen bis aufs Doppelte erst 25 bis 30° Wärme frey würden. Auch habe Biot hierüber keine Untersuchung angestellt, wie viel Wärme beym plötzlichen Verdichten der Luft eigentlich frey werde, auch nicht, wie viel frey werden müsse, wenn man aus diesem Umstande, der auch in den Schallwellen wirklich seyn solle, den Unterschied erklären wollte, der zwischen der

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 50 ff.

wirklichen und der theoretischen Geschwindigkeit des Schalls in der Atmosphäre Statt finde.

Der Herr Prof. Muncke *) tadelt Herrn Biot, daß er den wichtigen Gegenstand, die Fortpflanzung des Schalls durch Dämpfe betreffend, nicht von allen Seiten beleuchtet habe. Er würde ohne Zweifel die angeführte Hypothese des Herrn la Place genauer geprüft, und dabey auf die unläugbare Thatsache gekommen seyn, daß Wasserdampf durch die Schallwellen auf eine gleiche Art afficirt wird, als die Luft, und daß bey beyden die durch die Wärme expandirten Grundlagen als das eigentliche Mittel der Fortpflanzung anzusehen sind. Ob aber hiebey eine wirkliche Compression ganzer Schichtungen, mithin eine Entbindung des Wärmestoffs als welcher mechanisch ausgepreßt werden müßte, Statt finde, sey noch gar nicht ausgemacht, und folge aus den von Biot aufgestellten Prämissen eben so wenig, als die Ruhe aller elastischen Kugeln in beliebig langem Systeme, bey der Bewegung der ersten und letzten derselben, aus den allgemeinen Gesetzen vom Stoße der Körper folgt, wenn auf die eigenthümliche Qualität dieser Körper, die wir Elasticität nennten, nicht Rücksicht genommen werde.

An einem andern Orte führt Herr Hofrath Munke **) gegen des Herrn la Place Hypothese folgendes an: durch die Schallwellen werde keine absolute Raumveränderung hervorgebracht, und es enthalte daher der Beweis, den Biot gegeben habe, einen Cirkel, indem er voraussetze, daß die durch die Compression erzeugte Wärme zur Expansion der präcipitirten Dämpfe verwandt, mithin im Entstehen gebunden werde, und doch die Fortpflanzung des Schalles beschleunigen könne. Der ganze Satz des la Place streite aber gegen die Mechanik; denn entweder müßte der Schall bey seiner Ankunft in jeder einzelnen Luftschicht durch die erzeugte Wärme eine Vermehrung seiner Geschwindigkeit erhalten, mithin seine Bewegung

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVIII. S. 85.

**) Anfangsgründe der Experimentalphysik. Heidelb. 1819. S. 92.

gleichförmig beschleuniget werden, oder aber eine Ursache sich nachweisen lassen, wodurch die durch Wärmeentbindung verursachende Geschwindigkeit wieder vermindert würde. Hiervon abgesehen scheine es gegen eine deutliche Vorstellungsart zu streiten, daß der Schall erst mit einer geringern Geschwindigkeit bey einer Luftschicht ankommen, dann Wärme aus derselben entbinden, und durch diese mit beschleunigter Geschwindigkeit fortgepflanzt werden sollte. (Zus. z. S. 384. Th. IV.). In den neueren Zeiten sind mehrere und zum Theil sehr genaue Schallversuche in der atmosphärischen Luft an verschiedenen Orten angestellt worden. Der Herr Prof. Benzenberg *) machte vorzüglich darauf aufmerksam, daß man bey den bisherigen Angaben der Geschwindigkeit des Schalles gar keine Rücksicht auf die Temperatur genommen habe, da sich doch die Geschwindigkeiten bey verschiedenen Wärmegraden wie die Quadratwurzeln der Elasticitäten, welche den Wärmegraden zugehörten, verhielten, als welches Newton'sche Gesetz sich durch Beobachtungen vollkommen bestätigt habe. Hiernach hat er folgende Tafel berechnet, welche die Geschwindigkeit des Schalles für jede Temperatur angiebt:

Tafel über die Geschwindigkeit des Schalls in verschiedenen Temperaturen

Wärme	Dichtigkeit der Luft	Geschwindigkeit des Schalls	Wärme	Dichtigkeit der Luft	Geschwind. des Schalls
0° Reau.	1 : 10525	1027,0 Par. F.	16° R.	1 : 11315	1064,7 P. F.
1	10574	1029,5	17	11364	1067,0
2	10624	1031,8	18	11413	1069,6
3	10673	1034,2	19	11462	1071,6
4	10723	1036,5	20	11513	1074,0
5	10772	1038,9	21	11565	1076,3
6	10821	1041,2	22	11663	1078,6
7	10871	1043,7	23	11662	1080,9
8	10920	1046,0	24	11762	1083,2
9	10970	1048,4	25	11761	1085,5
10	11019	1050,7	26	11810	1087,8
11	11069	1053,1	27	11859	1090,1
12	11118	1055,4	28	11908	1092,3
13	11160	1057,4	29	11957	1094,6
14	11209	1059,8	30	12007	1096,9
15	11258	1062,0			

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 1 ff.

Herr la Place hatte schon früher den Wunsch geäußert, daß die Schallversuche bey sehr hohen und sehr tiefen Temperaturen von den Akademikern wiederholt werden möchten. Mehrere Jahre nachher wurden auch dergleichen auf Kosten des Längen-Büreaus in Paris, von Arago, Gay-Lussac, Prony, Mathieu, Bouvard und von Humboldt angestellt *). Man gebrauchte hiezu Kanonen, welche mitten in der Nacht bey einer fast vollkommenen Stille zwischen Ville-Juif und Montlhery in der Nähe von Paris abgefeuert wurden. Diese Versuche ergaben, daß bey + 10° C. die Geschwindigkeit des Schalls 337,2 Meter oder 173,01 Toisen in einer Sekunde beträgt. Die Versuche vom Jahre 1738 gaben 172,56 Toisen; wird aber die Temperatur, welche damals wahrscheinlich + 6° war, auf + 10° reducirt, so wird das Resultat 173,84 Toisen. La Place berechnete die Geschwindigkeit des Schalls bey + 16° nach seinen Formeln, und mit Berücksichtigung des hygrometrischen Zustandes der Luft zu 337,776 Meter in der Sekunde. Wird das vorhergehende auf + 16° reducirt, so erhält man 340,9 Meter. Diesen Unterschied von 3,1 Meter hält la Place für einen Fehler der Beobachtung. Bey diesen Versuchen wurde bemerkt, daß während die von der einen Station abgefeuerten Schüsse vollkommen gut auf der andern gehört wurden, diese kaum, und viele ganz und gar nicht in umgekehrter Richtung gehört wurden. Die Entfernung betrug etwas mehr als 9546,6 Toisen. Dieser Umstand konnte nicht erklärt werden. Eben so bemerkte man, daß, wenn Wolken zwischen den Stationen überstrichen, die Schüsse mit einem Rollen, wie vom Donner, gehört wurden, was dagegen gar nicht bemerkt wurde, wenn der Himmel klar war; dieß schien die Vermuthung zu bestätigen, daß das Rollen des Donners ein Echo von den Wolken ist.

---

*) Annales de Chemie et de physique, To. XX. p. 216 und 266.

Herr Goldingham [α]) hat ebenfalls Versuche über die Geschwindigkeit des Schalls auf dem Observatorium zu Madras angestellt, welche wegen der zahlreichen Wiederholungen, welche er damit vornehmen konnte, Aufmerksamkeit verdienen. Auf zwey Stellen, die eine die Feste St. Georg, 13932⅔ engl. Fuß vom Observatorium entfernt, und die andere das Cantonirungs-Quartier der Artillerie auf dem Berge St. Thomas, 29547 entlegen, wurden täglich Morgens und Abends beynahe in der Richtung nach dem Observatorium eine 24 pfündner Kanone abgefeuert. Das Resultat dieser Beobachtungen gab für die Festungskanone 1142,18 englische Fuß in der Sekunde, und für die andere 1142,5, folglich als Mittelzahl 1142,34 engl. Fuß bey einer Temperatur von $+ 29^{\circ}$ Fahr. und 15 Hygrometer- und $0^{m},7619$ Barometer-Stand, welches 337,17 Meter in der Sekunde macht, und eine sehr merkwürdige Uebereinstimmung mit den vorhin angegebenen französischen, welche mit aller Umsicht angestellt wurden, gaben. Goldingham fand ferner, daß im Sommer bey der größten Wärme bey $+ 30\frac{1}{3}^{\circ}$ die Geschwindigkeit 1164 engl. Fuß in der Sekunde war, und im Winter bey $- 1^{\circ}$ nur 1099 Fuß; daß die Geschwindigkeit des Schalls zunimmt um $0^{m},2032$ für jeden Thermometergrad (1,2 engl. Fuß für jeden Grad Fahrenh.), um $0^{m},437$ für jeden Hygrometergrad (1,4 engl. Fuß); für $0^{m},03$ (1,1 engl. Zoll) verminderte Barometerhöhe $2^{m},8$ (9,2 engl. Fuß) vermehrte Geschwindigkeit. Bey gutem günstigen Wind geht der Schall um $6,^{m}$ schneller als bey Windstille.

Was die längst beobachtete Zunahme in der Stärke des Schalles während der Nachtzeit betrifft, so war darüber noch keine Erklärung versucht worden. Der Herr v. Humboldt [β]) unternahm es daher, aus den neuesten Untersuchungen über die Theorie der Schallwellen eine

α) Annales of Philosophy. 1823. Apr. p. 300.
β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXV. S. 31 ff.

Erklärung abzuleiten. Nach seiner Meinung entstehen die Hindernisse, welche der Fortpflanzung und der Stärke des Schalles entgegenstehen, von der Einwirkung der Sonne selbst, indem dadurch Luftströme von verschiedener Dichtigkeit und partielle Undulationen der atmosphärischen Luft, die durch ungleiche Erhitzung der verschiedenen Theile des Erdbodens hervorgebracht werden, entstehen. In einer ruhigen Luft, sie sey trocken oder gleichförmig mit bläschenartigen Dunst vermengt, pflanze sich die Schallwelle ohne Schwierigkeit fort. Ziehen dagegen durch sie in mannichfaltigen Richtungen kleine Ströme wärmerer Luft, so theile sich jedes Mal da, wo die Dichtigkeit der Luft sich plötzlich ändere, die Schallwelle in zwey Wellen, und es bildeten sich partielle Echos, welche den Schall schwächten, weil eine der Wellen in sich selbst zurücklaufe. Es schwäche also nicht die fortschreitende Bewegung der Lufttheilchen von unten nach oben in dem am Tage über aufsteigenden Luftstrome, und in kleinen schiefen aufsteigenden Luftströmen, durch Stoß die Fortpflanzung der Schallwellen. Ein Stoß gegen die Oberfläche einer Flüssigkeit würde um den Mittelpunkt des Stoßes Kreiswellen bilden, selbst wenn die Flüssigkeit in Bewegung sey; mehrere Arten Wellen könnten sich in der Luft wie im Wasser durchkreuzen, ohne sich in ihrem Verbreiten zu hindern, und kleine Bewegungen gingen über einander fort; die wahre Ursache der geringern Intensität des Schalles am Tage scheine der Mangel an Homogenität zu seyn, der dann in dem elastischen Mittel herrsche. An allen Stellen eines ungleich erhitzten Bodens, wo kleine Luftstreifen von höherer Temperatur aufstiegen, finde eine plötzliche Unterbrechung der Dichtigkeit Statt, und überall, wo Luftschichten von ungleicher Dichtigkeit mit einander in Berührung seyn, theilten sich die Schallwellen, gerade so, wie die Lichtstrahlen, wenn sie gebrochen würden. Bey den Schallwellen so wie bey den Lichtwellen würden, wenn sie durch Mittel von ungleicher Dichtigkeit fortgingen, stets zugleich zwey Wirkungen

hervorgebracht; Veränderung in der Richtung der Fortpflanzung, und Erlöschung von Schall und Licht.

In der Nacht erkalte die Oberfläche des Bodens; die mit Rasen oder mit Sand bedeckten Theile nähmen eine gleiche Temperatur an, und es stiegen nun nicht mehr Striche wärmerer Luft lothrecht oder schief aufwärts, nach mancherley Richtungen in der kältern Luft. In einer mehr homogen gewordenen Flüssigkeit pflanze sich die Schallwelle mit weniger Schwierigkeit fort, und die Intensität des Schalles nehme zu, weil der Theilungen der Schallwellen und der partiellen Echos weniger werden.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeiten des Schalles in den verschiedenen Gasarten hatte Herr Chladni [α]) zuerst die sinnreiche Idee angegeben, mit Hülfe einer Orgelpfeife dieselben durch Versuche auszumitteln. Man hat nämlich nur nöthig zu untersuchen, um wie viel der Ton dieser Pfeife, welche mit einer Gasart angefüllt und umgeben ist, und mit derselben angeblasen wird, bey einerley Schwingungsart höher oder tiefer ist, als derjenige Ton, welchen die atmosphärische Luft in eben derselben Pfeife giebt, weil wegen der Uebereinstimmung eigenthümlicher und mitgetheilter Schwingungen die Geschwindigkeiten des Schalles in denselben Verhältnissen, wie diese Töne, sich befinden müssen. Herr Chladni selbst stellte einige Versuche an, welche aber keine große Genauigkeit zeigten. Mehrere Jahre nachher wurden dergleichen Versuche wiederum zu Cirencester in England von den Herren Kerby und Merrick [β]) angestellt, welche von ihnen selbst noch unvollkommen genannt werden. Genauere Versuche dieser Art wurden von dem Herrn Prof. Benzenberg [γ]) angestellt, obgleich der Herr Prof. Gilbert mit Recht hiebey darauf aufmerksam machte,

---

α) Voigt's Magazin für den neuest. Zust. der Naturkunde. B. I. St. 3. und Chladni's Akustik. 1802. 4. S. 226. ff. §. 204.

β) *Nicholson's* journal of nat. philos. Dec. 1810. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVII. S. 493.

γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 12 f.

daß bey denselben der schwierigste Umstand, welcher auf ihre Genauigkeit vielleicht den größten Einfluß haben möchte, nämlich die Gasarten ganz rein zu erhalten, nicht beabsichtiget sey. Benzenberg stellte alle Versuche in folgender Tafel zusammen:

Geschwindigkeit des Schalles bey 0° R., die in atmosphärischer Luft 1027 Par. Fuß angenommen, nach

	Chladni	Kerby und Merrick	Benzenberg
in Sauerstoffluft	923	980	942 Par. Fuß
Stickluft	966	1080	1032
kohlensaurer Luft	857	864	860
Salpeterluft	970	1154	—
Wasserstoffluft aus Eisen und Schwefels.	2070	2180	2054

Noch neuere Versuche dieser Art wurden von dem Herrn van Rees *) ausgeführt, deren Resultate folgende Tafel giebt:

Gase bey 0°	Geschwindigkeit des Schalles in 1 Sekunde.
atmosphärische Luft . .	333,7 Meter
Sauerstoffgas . . .	316,6
Stickgas . . .	338,1
Wasserstoffgas . . .	914,2
kohlensaures Gas . .	275,3
Kohlenoxydgas . . .	316,9
oxydirtes Stickgas . .	281,4
Salpetergas . . .	309,8
ölerzeugendes Gas . .	317,8
Schwefelwasserstoffgas . .	318,7
schweflichtsaures Gas . .	229,2
salzsaures Gas . . .	309,3
Ammoniakgas . . .	389,4
Wasserdampf . . .	369,6
Alkoholdampf . . .	289,1

Für die angeführten nicht permanenten Gase, welche bey 0° Wärme eine unbedeutende Spannung haben, sind die bemerkten Resultate aus Versuchen bey höhern Temperaturen durch Rechnungen bestimmt worden.

*) Schweigger's neues Journ. der Chemie u. Phys. B. XXXIII S. 235.

(Zus. z. S. 704. Th. VI.) In den neuern Zeiten hat man auch mehrere und bestimmtere Erfahrungen über die Fortpflanzung des Schalls durch andere Substanzen, als durch die Luft, gemacht. Die Herrn Hassenfratz und Gay-Lussac *) stellten dergleichen Versuche in den pariser Steinbrüchen an. Herr Hassenfratz ließ mit einem Hammer an eine Steinmasse anschlagen, und entfernte sich nach und nach von diesem Anschlagungspunkte, um, wenn es möglich wäre, den durch die Steine fortgepflanzten Schall von dem durch die Luft fortgepflanzten zu unterscheiden. Bey einer kleinen Entfernung unterschied er zwey deutlich verschiedene Töne, deren einer durch das Gestein, der andere durch die Luft zum Ohr fortgepflanzt wurde. Beyde wurden in dem Maaße schwächer, als man sich von dem Punkte, woher sie kamen, entfernte; der durch Steine fortgepflanzte Schall wurde indessen immer viel eher geschwächt, als der, den man durch die Luft hörte. Bey einer Entfernung von 134 bis 140 Fuß hörte der erstere ganz auf gehört zu werden, den letztern aber hörte man 400 bis 440 Fuß weit. Aber der Schall durch die Steine wurde viel eher, als der durch die Luft gehört. Anderweitige Versuche hatten den Herrn Hassenfratz mit Herrn Gay-Lussac gelehrt, daß der Schall durch das Gestein sich auf 150 Fuß weit fortpflanze. Wenn die Strecke, durch welche der Schall durch das Gestein ging, gerade genug läuft, so zeigte sich kein wahrnehmbarer Unterschied zwischen der Zeit, wenn die Bewegung gesehen und der Schlag durch das Gestein gehört ward.

Schläge gegen das eine Ende einer von 200 Fuß langen hölzernen Barriere wurden am andern Ende vollkommen deutlich gehört, unerachtet man sie durch die Luft nur 120 Fuß weit hörte. Bey einer Entfernung, wo der durch das Holz und durch die Luft fortgepflanzte

*) Annales de Chimie. To. LIII. p. 64 f. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXI. S. 437. ff.

Schall, beyde noch gehört wurden, kam der erste lange vor dem zweyten ins Ohr, und wenn das Ohr sich an dem andern Ende der Barriere in der größten Entfernung befand, wurde der Schall durch das Holz mit einer solchen Geschwindigkeit fortgepflanzt, daß es schwer war, einen Unterschied zwischen den Augenblicken, da man den Schlag sah, und da man ihn hörte, wahrzunehmen. Dasselbe Resultat fand Statt, wenn der Schlag durch Metalle sich fortpflanzte, immer schien der Schall instantan durchzulaufen.

Alle diese und einige andere Versuche mit tiefen und höhern Tönen ließen folgende Folgerungen zu:

1. Die Geschwindigkeit des Schalles ist verschieden nach Verschiedenheit des Mediums, welches ihn fortpflanzt.

2. Diese Geschwindigkeit ist weit größer, wenn der Schall durch feste und sehr dichte Körper, als wenn er durch luftförmige und weniger dichte Mittel fortgepflanzt wird.

3. Haben tiefe und hohe Töne gleiche Geschwindigkeit.

Diese von Hassenfratz und Gay-Lussac angestellten Versuche bewiesen zwar, daß sich der Schall durch feste Körper schneller als in der Luft fortpflanzt; allein die Entfernungen waren zu klein, um diese Geschwindigkeiten messen oder nur einiger Maaßen schätzen zu können. Herr Chladni *) hat aber bereits ein schönes Mittel angegeben, die Geschwindigkeit, womit sich der Schall durch feste Körper verbreitet, durch Longitudinalbestimmungen zu bestimmen. Er bringt nämlich einen Stab von bekannter Länge durch Streichen in schwingende Bewegung; die Tonhöhe desselben verglichen mit der, welche beym Schwingen einer Luftsäule von gleicher Länge in einer Orgelpfeife entsteht, giebt das Verhältniß der Geschwindigkeiten, womit sich der Schall durch den festen Körper und durch die Luft fortpflanzt. Auf diese Art

---

*) Die Akustik. Leipzig. 1802. 4. S. 226.

fand Chladni, daß sich der Schall durch Zinn $7\frac{1}{2}$, durch Silber 9, durch Kupfer beynahe 12, durch Eisen und Glas ungefähr 17, durch verschiedene Hölzer ungefähr zwischen 11 und 17, durch gebrannten Thon 10 bis 12 mal geschwinder fortpflanze, als durch die Luft.

Herr Biot α) erweiterte die von Hassenfratz und Gay-Lussac angestellten Schallversuche durch feste Körper, und bediente sich zu denselben Röhren von Wasserleitungen, welche aus Metall gegossen, und zusammengelöthet waren, so daß sie eine Länge von 951 Metern oder 488 Toisen ausmachten. Er hatte in dem entgegengesetzten Ende in einem eisernen Ringe von gleichem Durchmesser, wie die Röhre, eine Anschlagglocke nebst einem Hammer anbringen lassen, den man mittelst eines Zuges nach Belieben fallen lassen konnte. Man hörte an dem andern Ende den Schall ganz deutlich zweymal, das eine mal durch das Metall, das andere Mal durch die Luft, und zwar durch das Metall $10\frac{1}{2}$ mal geschwinder. Die ersten Versuche wurden in Vereinigung mit Herrn Bouvard angestellt. Die Zwischenzeit des hörbaren Schalls durch das Metall und die Luft wurde mittelst Chronometer mit halben Sekunden sorgfältig beobachtet. Die letzten Versuche wurden in Verbindung mit Herrn Martin angestellt, wo die Röhren zusammengeschroben waren.

Herr Benzenberg β) bemerkt, daß Biot sich keiner guten Instrumente zu seinen Beobachtungen bedient habe; die Chronometer wären zu solchen Beobachtungen eben so ungeschickt, als jede andere Sekundenuhr; eine Tertienuhr würde weit besser gewesen seyn. Daher ist er auch der Meinung, daß des Herrn Chladni's Bestimmung, nach welcher die Geschwindigkeit des Schalls durch Eisen 17 mal größer, als durch die Luft ist, richtiger sey, als Herr Biot angegeben habe. Dagegen

---

α) Mémoires de la societé d'Arcueil. Vol. II. p. 403. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXX. S. 407.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVII. S. 221.

scheint Herr Muncke α) Biot's Versuchen ein grösseres Zutrauen zu schenken. Chladni führt aber an, daß wenn auch die Röhren, womit Biot Versuche angestellt habe, von Eisen gewesen wären, gleichwohl wegen der Zusammenlöthung mehrerer Stücke, wo folglich an vielen Stellen ein geringerer Zusammenhang und eine Fortleitung durch heterogene Mittel statt finde, die Geschwindigkeit bey weitem nicht so groß seyn, als sie durch einen ununterbrochenen eisernen Draht oder Stab von derselben Länge seyn würde.

Ueber die Fortpflanzung des Schalls durch Wasser hat besonders Herr Muncke Untersuchungen angestellt. Nach seiner Meinung pflanzt sich der Schall in den Flüssigkeiten, welche tropfbar sind, nicht, wie bey expansiblen Flüssigkeiten, durch Elasticität fort, sondern vielmehr durch Stoß, welchen ein Theil dem andern, wie die an einander liegenden elastischen Kugeln, mittheilt. Seine Versuche gaben folgende Resultate:

1. Das Wasser leitet den Schall ungleich schneller als die Luft, und fast eben so schnell, als die festen Körper, fort.

2. Die vorzüglichste Schwächung bey einem in der Luft erregten Schalle, kommt von dem Wechsel heterogener Medien her, besonders bey dem Uebergange aus einem dünnen Mittel in ein dichteres.

Auch Quecksilber leitet den Schall, und zwar noch stärker, als Wasser. Selbst Eis leitet ihn.

Schatten, blauer (Zus. z. S. 404. Th. IV.) Der Akadem. Herr F. v. Paula Schrank β) hat einige Bemerkungen über die blaue Farbe des Himmels entfernter Gebirge, der Birkenwaldungen, des Flammengrundes an brennenden Kerzen und der wässerichten Milch gemacht. Man habe, sagt er, fast allgemein die blaue Farbe des Himmels mit dem blauen Schatten verbunden,

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVIII. S. 68.
β) Denkschriften der Königl. Akad. d. Wissenschaften zu München für das Jahr 1813. S. 51.

und die eine Erscheinung durch die andere zu erklären gesucht. Sie seyn auch wirklich sehr eng mit einander verknüpft, doch glaubt der Verfasser sie trennen zu müssen, weil die Grundursache in beyden Fällen nicht ganz auf einerley Art wirke. Wenn im erstern Falle ein gewisser Grad von Finsterniß durch blaues Licht erhellet wird, so werde im letztern das Licht selbst gefärbt. Mondlicht, welches z. B. in ein dunkles Zimmer fiel, projicirte die Fenster desselben auf dem Fußboden so, daß sie in einiger Entfernung gesehen sich weiß darstellten. Kam man näher hinzu, so hatte das Licht einen gelblichen Schein, in beyden Fällen zeigte sich der Schatten des Fensterkreuzes schwarz. Nun ward das Ganze von der Ferne her durch das Licht einer Kerze erleuchtet. Der Schatten des Fensterkreuzes verschwand, und seine Stelle nahm die Beleuchtung der Kerze ein, d. h. sie sah völlig so aus, wie der übrige von der Kerze beleuchtete Fußboden; aber das beleuchtete Fensterbild erschien nun nach dem Urtheile aller Herbeygerufenen bloß hellblau. Der Verfasser weiß sich diese Erscheinung nur dadurch zu erklären, daß die Lichtstrahlen des Mondes, welche an den höchst fein aufgelöseten Dunsttheilchen der Atmosphäre vorbeygingen, eine Beugung erlitten, und das hauptsächlich dem schwächsten und biegsamsten Theile des Lichts, nämlich dem blauen begegne, der sich dann in jenem weißen Lichte auf dem Fußboden darstellte, aber dann erst einen wahrnehmbaren Eindruck auf das Auge mache, wenn das damit vermischte weiße Licht durch ein entferntes Kerzenlicht gleichsam gedämpft, oder weniger blendend gemacht werde. Die blaue Farbe des Himmels möge von einer ähnlichen Beugung des an den Dunsttheilchen nahe vorübergehenden Lichts herrühren, das übrige weiße Licht, welches zwischen den Dunsttheilchen ohne Beugung durchgeht, werde aber im gegenwärtigen Falle durch die Lichtleere des hinter der Atmosphäre befindlichen Grundes, durch das Dunkel des unendlichen Raumes geschwächt. Gegen diese Er-

klärung bemerkt der Herr Recensent in der Götting. gelehrt. Zeit. *), daß man mit Recht fragen könne, warum denn nicht auch das complementaire Licht zu jenem Blauen, das rothe und gelbe, eben so gut durch die angegebene Schwächung des weißen, wahrnehmbar werde. Wo blaues Licht vom weißen sich trenne, erscheine auch das übrige gefärbte, wenn das letztere keine Bindung oder Absorption erleide. Er möchte weit eher die blaue Farbe des Himmels von einer Brechung des Lichts in den ponderablen Bestandtheilen der Luft selbst ableiten, wobey der blaue Theil durchgehe, und die übrigen farbigen Theile verschluckt in den unendlichen Raum zurückgeworfen, oder sonst für unser Auge unwirksam gemacht würden, völlig wie bey den so genannten gefärbten Gläsern. Es sey daher wahrscheinlich, daß einem entfernten Planetenbewohner unsere Erde in einem röthlichen Lichte erscheine, wie uns der Mars, weil von dem Sonnenlichte, welches auf die Lufttheilchen falle, der blaue Theil hindurchgehe, der complementaire dagegen in den unendlichen Raum reflektirt werde.

Schießpulver (Zus. z. S. 420. Th. IV.) Nach neuern Versuchen in Frankreich hat man gefunden, daß ein Pulversatz von 70 Pfund Salpeter, 16 Pfund Kohle und 14 Pfund Schwefel ein Schießpulver liefert, welches eine größere Schußweite gab, als das nach dem alten hier angeführten Mischungsverhältniß verfertigte. In der Berliner Pulverfabrik wurden zum Pulversatz 72 Pfund Salpeter, 13½ Pfund Schwefel, 14½ Pfund Kohle genommen. In Schweden ist gewöhnlich das Verhältniß der Bestandtheile zu dem Kanonen- und Musketen-Pulver einerley; jenes ist nur etwas gröber, als letzteres. Man nimmt nämlich zum Pulversatz 76 Pfund Salpeter, 15 Pfund Kohle und 9 Pfund Schwefel. In andern Ländern ist das Mischungsverhältniß der Bestandtheile, aus welchen das Schießpul-

*) Göttinger gelehrte Anz. vom Jahre 1814.

ver verfertigt wird, verschieden. Indessen ist es aber der Schwefel nicht, welcher als Hauptbedingung des sichern und leichtern Feuerfanges im Pulver vorhanden seyn müsse; vielmehr ist die Kohle der eigentliche Bestandtheil des Schießpulvers, welcher durchs Anschlagen des Steins an der Pfanne sich entzündet, die Zersetzung des Salpeters und die Erzeugung der gasförmigen Produkte bewirkt; der Schwefel dient nur dazu, die angefangene Entzündung zu unterhalten, und weiter zu verbreiten. Durch folgenden einfachen Versuch geht das Gesagte deutlich hervor. Auf recht fein zertheilte ganz trockene Kohle schlage man mit Stahl und Stein Funken, die Entzündung wird ohne Schwierigkeit erfolgen; dagegen wird sich ganz fein gestoßener Schwefel auf diese Art nie entzünden. Die Erfahrung lehrt aber doch, daß ganz ohne Schwefel bereitetes Schießpulver sehr ungünstige Resultate liefert, und daß jederzeit zu dem wirksamsten Schießpulver Schwefel in einem gewissen bestimmten Verhältnisse gemischt seyn müsse.

Herr Proust α) hat in mehreren Abhandlungen über das Schießpulver eine Menge von Versuchen über das beste Verhältniß der Mischungstheile des Pulvers angestellt, und zugleich zu zeigen sich bemühet, was für Rollen der Salpeter, die Kohle und der Schwefel bey der Entzündung desselben spielen. Auch von den Herrn Bottée und Riffault β) sind mehrere Versuche über die Wirkung des Schießpulvers angestellt worden.

Bey allen diesen Bemühungen ist jedoch die physikalische Theorie des Schießpulvers noch immer räthselhaft und dunkel. Ob es gleich bekannt ist, was für elastische

α) Journal de physique. Années 1810–1814.

β) Traité de l'art de fabriquer la poudre à canon etc. accompagné de quarante et deux planches. p. M. M. *Bottée* et *Riffault*. 4. Paris; ins Deutsche übersetzt von Fried. Wolff unter dem Titel: Anweisung das Schießpulver zu bereiten u. s. w. von Bottée und Riffault. Berlin 1816.

Flüssigkeiten sich bey Entzündung des Schießpulvers augenblicklich entwickeln, welchen die bewundernswürdige wirkende Kraft zugeschrieben werden muß; so ist doch immer noch nicht dieser wichtige Umstand erörtert, wodurch auch mittelst des kleinsten Fünkchens die ungeheure Menge von Wärme urplötzlich erzeugt wird, welche in einem Augenblicke eine große Menge Pulvers in gasartige Flüssigkeiten zu verflüchtigen im Stande ist; ja selbst in dem Falle, wenn das Pulver in einem genau verschlossenen Raume eingeschlossen ist, wo folglich kein Zutritt der atmosphärischen Luft Statt finden kann.

Da überdem hinreichend bekannt ist, daß in einem möglichst luftleeren Raume gar keine Entzündung des Schießpulvers bewerkstelligt werden kann, so ließe sich die sehr wichtige Frage aufstellen, was die geringe in einem verschlossenen Raume zurückgebliebene atmosphärische Luft, in welchem eine Quantität Pulver sich befindet, zur Entzündung des Pulvers beytrage, und aus welcher Quelle überhaupt die große Menge Wärme sich ergießt, welche bey den so erstaunlichen Wirkungen des Schießpulvers eine so große und wichtige Rolle spielt?

Bey der Anwendung des Pulvers zur Sprengung fester Massen, z. B. Steinmassen in Steinbrüchen von einander zu trennen, hat man in den neuern Zeiten die Beobachtung gemacht, daß lockere klein zertheilte Substanzen, z. B. Sand, Mehl, Sägespäne u. dergl. unter Pulver gemischt, die erstaunenswürdige Wirkung des Schießpulvers noch um einen außerordentlichen Grad erhöhen. Will. Jessop *) führt einen solchen Versuch zuerst an. Es ließ nämlich derselbe bey Sprengung sehr harter Felsstücke auf die Pulverladung im Bohrloche losen Sand schütten, bis das Loch ganz voll war; wider alle seine Erwartung gelang dieser Versuch aufs vollkommenste. Nach der Zeit sind von mehreren dergleichen Versuche mit dem erwünschten Erfolge angestellt

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXII. S. 115 ff.

worden, und Will. Nicholson erzählt, daß Flintenläufe durch eine Ladung, auf welche Sand geschüttet war, zersprengt worden sind, wobey er zugleich bemerkt, daß Schießpulver durch Sand zu sperren, nicht bloß um Felsen, Steine, oder Holzknobben zu sprengen, sondern auch zum Vernichten der Artillerie, wenn sie im Begriff sey, dem Feinde in die Hände zu fallen, vortheilhaft gebraucht werden könne. Diese Methode, bey den Sprengarbeiten sich des Pulvers mit einem losen Ueberschütten des Sandes zu bedienen, wurde nach der Zeit mit dem glücklichsten Erfolge vielfältig wiederholt. Baduel fand, daß Kleie, Sägespäne, Asche und andere lockere Substanzen dieselbe Wirkung, als der lockere Sand, hervorbrachten, welches nachher durch mehrere Erfahrungen vollkommen bestätigt wurde, auch alsdann, wenn alle diese lockern Substanzen, mit dem Pulver selbst sind gemengt worden.

Ueber die Ursache dieser mächtigen Wirkung sind die Meinungen der Physiker verschieden. Nach Jessop rühret sie daher, daß die Sandtheilchen, welche das Pulver berühren, zuerst in Bewegung kommen, und, ehe die Bewegung den andern mitgetheilt ist, sich zwischen ihnen festgeklemmt haben. Bertrand *) ist der Meinung, daß bey dieser Erscheinung das Schießpulver, der Sand, und die Elasticität der Luft zusammen vereint auf folgende Art wirken: im Augenblicke, wenn das Pulver sich entzündet, weicht der Sand; sogleich aber stößt ihn die Luft wegen ihrer Elasticität zurück, so wie sie den Flügel des Vogels nach jedem Schlagen zurück stößt. Die comprimirte, aus dem Pulver entbundene elastische Flüssigkeit preßt nun zum zweyten Male gegen die Felsenmasse, dringt in die Poren derselben, und sprengt sie aus einander. Pictet glaubt dagegen, daß Luft, welche sich zwischen Pulver und Kugel oder Pfropf befindet, nicht den geringsten Antheil an der Verstärkung der Explosiv-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXII. S. 256 f.

kraft habe, sondern daß diese lediglich darauf beruhe, daß sich zwischen der Ladung und dem zu überwältigenden Hindernisse ein Zwischenraum befinde. Er sucht diese Wirkung lieber auf folgende Art zu erklären: So geschwind sich auch das Schießpulver entzündet, so fehlt doch gar viel daran, daß dies augenblicklich geschehe. Es sey bekannt, daß bey starker Ladung ein Theil des Pulvers entzündet aus dem Stücke herausfliege. Aus der Thatsache, daß das Pulver sich successiv entzünde, folge aber, daß die elastische Flüssigkeit sich durchaus allmählig entwickele, und durch alle Grade von Geschwindigkeit durchgehe, die zwischen Ruhe und dem Maximum, daß sie in gegebener Zeit und in einem gegebenen Raume erreichen könne, zwischen inne liege. Berühre die Kugel oder der Pfropf die Ladung, so würden auch sie allmählig aus der Stelle geschoben, und dabey vergrößere sich der Raum, in welchem sich die Wirkung der elastischen Flüssigkeit entwickele, wenn auch nicht mit derselben Geschwindigkeit, womit dieser Raum sich mit jener Flüssigkeit zu erfüllen strebe, wenigstens doch immerfort, wobey keine plötzliche und heftige Reaction Statt finde. Finde dagegen die elastische Flüssigkeit einen freyen Raum vor sich, um sich vollständig entbinden zu können, bevor irgend etwas aus der Stelle gewichen sey; so wirke sie nun mit ihrer ganzen erlangten Geschwindigkeit auf die unbeweglichen und beweglichen Wände der Pulverkammer, die sie umschlössen, und jeder Punkt der Oberfläche dieser Kammer leide in demselben untheilbaren Augenblicke denselben Impuls eine Summe von Wirkungen, welcher die Cohärenz schwerlich zu widerstehn vermöge; daher das Zerreißen. Die Geschwindigkeit, welche die Theilchen der elastischen Flüssigkeit erlangt hätten, sey alsdann so unglaublich, daß die Trägheit der sie umgebenden beweglichen Masse, für den Augenblick, in welchem sie überwunden werden solle, diese Masse eben so stark, als die Cohäsion die unbeweglichen Theile, widerstehen mache, und diese letztern zerrissen, bevor die Kugel oder der

Pfropf Zeit gehabt hätten, merklich ihre Stelle zu verändern. Beyde hätten überdies nur einem wenig bedeutendern Theile der gesammten Expansivkraft zu widerstehen, welcher durch das Verhältniß der Oberfläche dieses beweglichen Theils zu der der ganzen Kammer bestimmt werde. Was daraus für eine Wirkung entstehen müsse, das veranschauliche der ganz gemeine Versuch, daß ein Schlag auf den Pfropf, wenn eine Bouteille ganz voll Flüssigkeit sey, und sie den Pfropf berühre, die stärkste Bouteille zerbreche; wegen der Flüssigkeit und Incompressibilität pflanze sich nämlich der Schlag in demselben Augenblicke auf alle Theile der innern Oberfläche der Flasche fort, und dadurch werde der auf eine kleine Fläche wirkende Schlag so ausnehmend verstärkt. Gilbert bemerkt aber gegen diese Erklärung, daß Nicholson's Versuchen mit einem horizontal liegenden Flintenlaufe zu Folge zu erhellen scheine, daß das Pulver den Sand etwas fortschiebe, also sich selbst einen größern Raum schaffe. Er möchte daher zweifeln daß die Wirkung bedeutend zunehmen werde, wenn man den Sand nicht unmittelbar auf das Pulver schütte. Auch sehe er nicht recht ein, warum, wenn ein Zwischenraum zwischen Pulver und Pfropf vorhanden sey, die Expansivkraft des entzündenden Pulvers plötzlich und mit einem Male, und nicht eben so gut allmählig, als wenn das nicht der Fall sey, auf die Wände und den Pfropf wirken sollte. Die Erhöhung der Wirkung möchte er noch immer dem Umstande zuschreiben, daß, wenn das Pulver locker liege, die Entzündung sich schneller durch die ganze Masse verbreite, und daß bey vier Mal mehr Raum in der Pulverkammer, als das Pulver einnehme, sich vier Mal mehr elastische Flüssigkeit entbunden haben müsse, um sie mit gleicher Dichtigkeit zu füllen, weshalb es längere Zeit dauern müsse, bevor in diesem Falle derselbe Grad der Wirkung erreicht werde, da dann das Pulver Zeit habe, sich vollständig zu entzünden und mit seiner gesammten Kraft zu wirken.

Prechtl α) suchte vorzüglich Bertrand's Meinung hinreichend zu widerlegen, und glaubte, daß die Reaction, welche der mehr oder weniger lockere Sand dem Pulverdampfe entgegensetzt, einzig und allein aus den Gesetzen der Bewegung beym Stoße der Körper erklärbar sey. Hiermit stimmte auch im allgemeinen v. Busse β) bey, ob er gleich noch anführt, daß außer den Gesetzen des Stoßens noch andere ausgemachte Gründe zugegen wären, welche zur Bewirkung des Phänomens ebenfalls das Ihrige beytrügen. Zuletzt bemerkt aber v. Busse, daß Prechtl wenigstens das Verdienst habe, zuerst einen von den wahren Hauptgründen angezeigt zu haben. Indessen führt der Prediger Aug. Dietrich γ) an, daß Prechtl bey seinen Erklärungen zwey ganz unerweisliche Voraussetzungen angenommen habe; die eine nämlich, daß ein Sandkorn zwischen absoluter Härte, und absoluter Elasticität, das Mittel halte; und die andere, daß alle Sandkörner als gleich an Größe angenommen werden könnten. Das erstere sey schlechterdings nicht zu erweisen, und letzterm widerspreche die Erfahrung schon auf dem ersten Anblick durch das unbewaffnete Auge. Nach Dietrich's Meinung läßt sich vielmehr eben auf die Erfahrung, daß die Sandmassen aus ungleich größern Körnern bestehen, eine genügendere Erklärung jener wunderbaren Erscheinung gründen. Seiner Ansicht zu Folge sucht er sie auf folgende Art zu erklären: Beym Abbrennen eines Feuergewehrs habe das explodirende Pulver nichts weiter zu überwinden, als das Reiben, welches der Pfropf an den innern Wänden des Laufs verursache; denn das Gewicht des Pfropfes, oder der Ladung überhaupt, könne gegen die Kraft des Pulvers wohl gar selten in Betrachtung kommen. Sey die Kraft, welche erfordert werde, das Reiben zu überwinden, stärker als der Zusammenhang des Materials, woraus der

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIII. S. 353.
β) Ebendaselbst. B. XXIV. S. 353 ff.
γ) Ebendaselbst. B. LVI. S. 44 ff.

lauf bestehe, so müsse derselbe zerspringen. Gefährlicher für ihn werde es noch, wenn der Pfropf sich nicht nur an den Wänden stark reibe, sondern auch an einigen Theilen derselben in ihre Fläche eindringe, oder sich an ihr festhalte; weswegen auch eingerostete Schüsse den Lauf einer Flinte leicht springen machten.

Beym Zersprengen eines Gesteins oder Blockes u. dgl. suche man daher das Reiben des Pfropfes an den Wänden des Bohrloches so stark als möglich zu machen, auch wohl harte Theile des letztern in erstere hineinzutreiben; aber doch werde, der Erfahrung zu Folge, der Pfropf sehr oft herausgetrieben. Wollte man dies daraus erklären, daß bey einem schnellen Stoße, der gestoßene Körper verhältnißmäßig reagire, so würde man vergessen: 1. daß diese Reaction auch bey dem Pfropfe Statt finde, und 2. daß im Laufe doch nicht blos der Sand, sondern auch die ganze das Pulver einschließende Fläche reagire, und folglich alles im vorigen Verhältnisse bleibe. Es müsse daher diese Wirkung aus andern Naturgesetzen erklärt werden. Dietrich bemühet sich, auf eine anschauliche Art darzuthun, daß bey der Voraussetzung ungleich großer rauher Sandkügelchen dieselben durch die Kraft des Pulvers, welche sich nach allen möglichen Richtungen vertheilt, mehr nach den Seitenwänden der Röhre getrieben wurden, und dadurch eine erstaunliche Pressung gegen dieselben verursachten. Dabey sey nun noch folgender Hauptumstand in Betrachtung zu ziehen, daß nämlich die Theile der Sandmasse an einander gepreßt würden, und zwar in einer Richtung, in welcher ein Gewölbe von Außen nach Innen gedruckt werde; daß die Wände des Laufs hingegen auseinander, d. h. in der Richtung gedrückt werden, in welcher ein Gewölbe von Innen nach Außen gepreßt wird. Gegen diese Erklärung Dietrich's hat Prechtl *) mehrere Gegenbemerkungen gemacht, und die seinige mit neuen Gründen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVI. S. 325. ff.

zu unterstützen gesucht. Dietrich hat jedoch seine Erklärung gegen Prechtl's Einwürfe vertheidigt, und einige von seinen Voraussetzungen näher bestimmt.

Merian *) ist mit allen diesen Erklärungen nicht zufrieden, ihm scheint vielmehr die eigentliche Ursache dieselbe zu seyn, wie die jener bekannten Erfahrung, daß ein thönerner Pfeifenstiel, der an zwey Haaren hängt, durch einen schnellen Schlag zerbrochen werden kann, ohne daß die Haare reißen, da hingegen ein langsamer Schlag die Haare zerreißt, ohne daß der Pfeifenstiel beschädigt wird. Es sey nämlich eine längere Zeit erforderlich, um den durch Entzündung des Pulvers entwickelten Impuls den losen über einander liegenden Theilen des Pfropfs, als der ungleich festern zusammenhangenden Felsmasse mitzutheilen. Bestände der Pfropf aus einer eben so festen Masse als das Gestein, theilte sich ihm folglich der Impuls eben so geschwind mit, so würde die Kraft der Pulverdämpfe sehr bald hinreichen, ihn herauszuwerfen. Da aber eine nicht unmerkliche Zeit verfließe, bis der Stoß, welchen die dem Pulver zunächst liegenden Schichten des Pfropfes erhielten, zu den entferntesten sich fortpflanze, so theile sich während dieser Zeit die Entzündung einer größern Menge von Pulverkörnern mit, die ausdehnende Kraft im Innern wachse, und werde groß genug die Cohäsion des Gesteins zu überwinden, ehe noch der ganze Pfropf in Bewegung gesetzt sey.

Nach le Plat's β) Meinung werden die untern Schichten des Sandes durch die Explosion des Pulvers nicht nur sehr schnell zusammengedruckt, sondern auch seitwärts so fest an die Wände des Bohrlochs gepreßt, daß bey der dadurch erzeugten Reibung und dem Widerstand der Wände, sie den obern Schichten die Bewegung nicht geschwind genug mittheilen, und daß diese dann noch in Ruhe seyn können, wenn die Sprengung

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVII. S. 419. f.
β) Ebendaselbst. B. LVIII. S. 208.

erfolgt. Da jedoch dieser Erfolg von der Festigkeit des Gesteins, so wie von der Beschaffenheit des Sandes und von der Güte des Pulvers abhängig ist, so lassen sich auch keine allgemeinen zuverlässigen Rechnungen darauf begründen.

Nach Mayer *) rührt diese Wirkung wohl davon mit her, daß in dem Augenblicke, da die aus dem Pulver sich entwickelnden elastischen Flüssigkeiten mit Gewalt in die Zwischenräume einer lockern Masse eindringen, solche sich nothwendig im Durchmesser vergrößern, und so gleichsam aufquellen muß, wodurch sie eine heftige Reibung an den festen Wänden, womit sie umgeben ist, erleiden wird. Dadurch entsteht ein verzögertes Vorwärtsschieben derselben, wodurch das Pulver Zeit gewinnt, sich ganz zu entzünden, und so die vergrößerte Wirkung hervorzubringen.

Schlag, elektrischer (Zus. z. S. 434. Th. IV.) Ob die Entstehung der Hexen- oder elektrischen Zauberringe durch das Einschlagen des Blitzes, oder durch das Wachsen des Agaricus orgades hergeleitet werden kann, bleibt immer noch zweifelhaft. So führt besonders Herr Helm eine Erscheinung von bogenförmigen Streifen an, welche durch einen Blitzstrahl entstanden zu seyn scheinen.

Schmelzen (Zus. z. S. 442. Th. IV.) In den neuern Zeiten hat man mit Hülfe des Galvanismus ein sehr kräftiges Mittel erhalten, äußerst hohe Grade von Hitze, und dadurch das Schmelzen und Verbrennen höchst strengflüssiger Körper hervorzubringen. M. s. Batterie, galvanische.

Noch intensiver sind die Hitzgrade, welche sich durch eine Mengung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas, mit welchem die Flamme eines Gebläses oder eines Löthrohres genähert wird, hervorbrigen lassen. M. s. Knallluftgebläse.

---

*) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 510.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Schmelzbarkeit weder durchaus mit der Härte, noch mit der Cohärenz, noch mit der Flüchtigkeit, noch mit der Dichtigkeit der Substanzen im Verhältnisse stehe. Indeß muß doch in allgemeinen behauptet werden, daß die cohärenten Stoffe die strengflüssigern sind.

Schmelzgrade und andere merkwürdige Hitzgrade der verschiedenen Substanzen sind in folgender Tafel enthalten:

1. Schmelzpunkte bey Temperaturen unter 0° der Hunderttheil-Skale

Salpetersäure	— 55°	C.	=	— 44°	Reau.
Ammoniak	— 50°	—	=	— 40°	—
Schwefeläther	— 43,750	—	=	— 35	—
Quecksilber	— 38,75	—	=	— 31	—
Blausäure	— 15°	—	=	— 12	—
Terpentinöl	— 10	—	=	— 8	—
Bergamotöl	— 5	—	=	— 4	—
Flußsäure	— 5	—	=	— 4	—
Eyweiß	— 4	—	=	— 3,2	—
Weinessig	— 2,5	—	=	— 2	
Milch	— 1,25	—	=	— 1	
Wasser	0		=	0	

2. Schmelzgrade bey Temperaturen über 0° Cc.

Olivenöl	+ 2,5°	C.	=	+ 2°	Reau.
Anisöl	10	—	—	8	—
Talg	36	—	—	28,8	—
Phosphor	45	—	—	36	—
Wallrath	45	—	—	36	—
Kalium	57,5	—	—	46	—
Wachs, rohes	61,11	—	—	48,88	—
— gebleichtes	68,63	—	—	54,66	—
Natrium	90	—	—	72	—
Schwefel	112,5	—	—	90	—
Jod	175	—	—	140	—
Tellur	177,5	—	—	142	—
Wismuth	247,5	—	—	198	—
Zinn	267,5	—	—	214	—
Bley	325	—	—	260	—
Zink	370	—	—	296	—
Stibium	431,25	—	—	345	—
Emailfarben	6°	Wedgewood			
Messing	21	—	—		
Silber	22	—	—		
Kupfer	27	—	—		

Gold	32	Wedgewood
Gußeisen	130	— —
Kobalt	130	— —
Nickel	150	— —
Stabeisen	158	— —
Mangan	160	— —
Palladium, Molybdän, Uranium, Tungsten, Chrom	Fast unschmelzbar und nur in der Schmiedehitze in kleinen Kügelchen zu erhalten.	
Titan, Cerium, Osmium, Iridium, Rhodium, Platin, Columbium	Unschmelzbar im Schmiedeofen, schmelzbar mittelst des Knallgasgebläses.	

Mit Hülfe des Knallluftgebläses sind besonders von D. Clarke *) sehr merkwürdige Schmelzversuche angestellt worden, durch welche hinreichend dargethan wurde, daß es keine absolut feuerbeständige, und auch unter Anwendung hinreichenden Drucks keine unschmelzbare Substanz gebe.

Das Platin schmolz augenblicklich, als es der Einwirkung des flammenden Gases ausgesetzt wurde, und fiel in Tropfen herab. Platindraht schmelzte nicht blos, sondern fing selbst Feuer, und verbrannte mit einem lebhaften und schönen Funkenwerfen, wie Eisendraht in Lebensluft. Palladium schmolz wie Bley. Reiner Kalk ging in wachsgelbe Verglasung über. Die Schmelzung desselben war beständig mit einer leckenden purpurrothen Farbe verbunden. Das Schmelzen der Talkerde war mit einer Verbrennung vergesellschaftet. Strontianerde schmolz mit einer Flamme von intensiver Amethystfarbe und nach einigen Minuten zeigte sich eine kleine längliche

*) *Brande's* journal of science and the arts. N. I. p. 65. N. III. p. 104. 299. *Thomson's* Annals of philosophy. May 1816. p. 376. Gilbert's Annalen der Phys. B. LV. S. 3. ff.

Masse glänzendes Metall in der Mitte. Kieselerde schmolz augenblicklich zu einem dunkel orangefarbenen Glase, welches zum Theil verflüchtigt wurde. Alaunerde schmolz ebenfalls mit großer Schnelligkeit zu Kügelchen eines gelben durchsichtigen Glases. Bey diesen Versuchen wurde mit gleichem Erfolge sowohl Platin, als auch Graphit und Kohle zur Unterlage angewendet. Die Alkalien wurden geschmolzen und in demselben Augenblicke verflüchtigt, da sie mit der Flamme in Berührung kamen, und zwar mit deutlichen Merkmalen der Verbrennung.

Bergkrystall, weißer Quarz, edler Opal, Feuerstein, Chalcedon, ägyptischer Jaspis, Zircon, Spinell, Saphir, Topas, Cymophan, Pycuit, Andalusit, Wawellit, Rubellit, Hypersten, Cyanit, Talk, Serpentin, Hyalit, Lazulit, Gadolinit, Leucit, Apatit, Peruvianischer Smaragd, Sibirischer Beryll, Topfstein, Talkerdenhydrat, basisch-schwefelsaure Alaunerde, chinesischer Pagodit, isländischer Spath, gemeine Kreide, Arragonit schmolzen sämmtlich entweder zu einem Glase oder Email; der Spinell erlitt theilweise Verbrennung und Gewichtsverlust.

Setzte man Gold auf Pfeifenthon der Flamme aus, so wurde es mit einem Ring von der schönsten Rosenfarbe umgeben und verflüchtigte sich bald.

Kupferdraht schmolz schnell, ohne zu brennen; Messingdraht verbrannte sehr lebhaft; starker Eisendraht wurde sehr schnell verbrannt; Graphit schmolz zu einem magnetischen Kügelchen. Rothes Titanoxyd schmolz unter theilweiser Verbrennung zu einem dunkel gefärbten Korne. Rothe eisenschüssige Kupferblende, Platinoxyde, graues Manganoxyd, krystallisirtes Manganoxyd, Wolfram, Schwefelmolybdän, kiesel- und kalkerdehaltiges Titanium, schwarzes Kobaltoxyd, Pechblende, kieselerdehältiges Ceriumoxyd, chromsaures Eisen und Iridiumerz wurden sämmtlich, bis auf die beyden letzten, mit eigenthümlichen und meistentheils sehr glänzenden Erscheinungen in den metallischen Zustand zurückgeführt. Glimmer,

Amianth, Asbest schmolzen vor der Flamme gerade wie Wachs. Besonders merkwürdig war die Schmelzung des zu Aigle gefallenen Meteorsteins, und seine Verwandlung in Eisen.

Schwefel (Zus. z S. 461. Th. IV.) Berthollet [a]) der jüngere wollte aus genau angestellten Versuchen gefunden haben, daß der Schwefel nicht einfach, wie bisher angenommen worden, sondern aus Schwefel und Wasserstoff zusammengesetzt sey. Auch Davy glaubte, daß man den Wasserstoff als einen Bestandtheil des Schwefels annehmen müsse; ja er führte sogar noch den Sauerstoff als einen andern Bestandtheil des Schwefels auf. Allein Thenard und Gay-Lussac [b]) zeigten, daß sich Davy geirrt habe, und Davy selbst scheint den Sauerstoff nicht mehr als Bestandtheil im Schwefel anzuerkennen, so wie er auch den Wasserstoff, als wesentlichen Bestandtheil des Schwefels, für problematisch zu halten scheint. Es läßt sich aber der Wasserstoff, jedoch nicht unmittelbar, mit dem Schwefel verbinden; man kann Schwefel in Wasserstoffgase schmelzen, ohne daß sie eine Vereinigung mit einander eingehen. Wenn ein im Minimum geschwefeltes Metall, z. B. geschwefeltes Eisen, in verdünnter Schwefelsäure aufgelöset, und das Metall dabey auf Kosten des Wassers oxydirt wird; so läßt dasselbe gerade nur diejenige Menge Schwefel fahren, welche zur Sättigung des frey gewordenen Schwefels erforderlich ist, so daß kein Schwefel im Uebermaße abgesetzt wird. Dabey entwickelt sich das geschwefelte Wasserstoffgas in Gestalt einer beständigen Gasart, welche wie bekannt, Schwefelwasserstoffgas, sonst auch hepatisches Gas genannt wird. Es besteht dies Gas aus 5,824 Theilen Wasserstoff, und 94,176 Schwefel. Berzelius giebt das specifische Gewicht 1,181, Gay-Lussac 1,1912, und Thomson 1,180 an.

---

[a]) Philosophic. Transact. for 1809.

[b]) Recherches phisico-chimiques, Tom. I. p. 187 sqq.

Auch kann sich der Schwefel noch in einem andern Verhältnisse mit dem Wasserstoffe verbinden, und giebt dabey den geschwefelten Wasserstoff in tropfbarer flüssiger Gestalt. Man gewinnt denselben, wenn man eine concentrirte Auflösung von geschwefeltem Kalium, das aus kohlensaurem Kali durch Schmelzen mit Ueberschuß an Schwefel bereitet worden ist, in verdünnte Salzsäure in kleinen Portionen eintröpfelt. Die Radikale der Alkalien verbinden sich, in der Schwefelleber, mit einer nach Verhältniß weit größern Menge Schwefel, als das Eisen im Schwefeleisen, daher, wenn diese Verbindungen durch Säuren zerlegt werden, sich mehr Schwefel ausscheidet, als erforderlich ist, um mit dem, bey der Oxydation des Metalls frey gewordenen Wasserstoffe Schwefel-Wasserstoffgas darzustellen.

Wenn man eine Säure tropfenweise in die Schwefelauflösung hineinthut, so schlägt sich Schwefel nieder, indem Schwefel-Wasserstoff in Gasform entweicht. Wenn man aber umgekehrt die Schwefelauflösung in die Säure gießt, so tritt der meiste Schwefel mit dem Wasserstoff in Verbindung, und es wird der tropfbar flüssige Schwefel-Wasserstoff erzeugt. Soll dieser Vorgang gelingen, so müssen die Flüssigkeiten weder zu concentrirt noch zu verdünnt seyn und im lauwarmen Zustande unter stetem Umschütteln vermischt werden. Dabey bildet sich ein gelblicher ölähnlicher Körper, der zu Boden sinkt, und der, wenn nicht allzuviel Schwefel-Wasserstoff in Gasform entweicht, durchsichtig ist. Warum sich dieser Körper nur in einer sauren Flüssigkeit bildet, kann jetzt noch nicht genügend erklärt werden.

Der tropfbar flüssige Schwefel-Wasserstoff zersetzt sich nach und nach in Schwefel und in Schwefel-Wasserstoffgas, selbst in gut zugestopften Flaschen, welche davon leicht zersprengt werden können. Sammlet man ihn auf Löschpapier, so verfliegt erst etwas Schwefel-Wasserstoffgas, dann aber bleibt eine gelbliche, den Fingern wie Terpentin anklebende, halbdurchsichtige Masse zurück,

welche einen eigenen, dem des Schwefel-Wasserstoffgases unähnlichen widrlichen Geruch hat, und welche erst nach einigen Tagen völlig erstarrt.

Wenn man den tropfbar flüssigen Schwefel-Wasserstoff noch in der sauren Flüssigkeit erhitzt, so kann diese ziemlich lange gekocht werden, ehe er ganz in Schwefel-Wasserstoffgas und Schwefel zerlegt wird. Die Dämpfe der kochenden Flüssigkeit, nachdem sie nicht mehr so stark nach Schwefel-Wasserstoffgas riechen, haben den eigenthümlichen Geruch der ölähnlichen Verbindung, greifen die Nase und die Augen an, und setzen auf kalte Körper eine trübe, milchähnliche Flüssigkeit ab.

Die Zusammensetzung dieses Körpers ist noch nicht ausgemittelt. Sollte der Wasserstoff darin mit einer der höchsten Schwefelungsstufe des Kaliums entsprechenden Menge Schwefel verbunden seyn, so wäre er darin mit 5 mal so viel Schwefel, wie im Schwefel-Wasserstoffgase, vereinigt. Da aber, bey der Bildung dieser Verbindung, immer etwas Schwefel-Wasserstoffgas entwickelt wird, so wäre es wohl möglich, daß er mehr Schwefel enthielte.

In fester Gestalt erhält man eine Verbindung von Schwefel mit einem noch geringern Antheile von geschwefeltem Wasserstoffe, wenn man geschwefeltes Kalium mit irgend einer Säure fällt, die in kleinen Portionen zugesetzt wird. Dabey entweicht das Schwefel-Wasserstoffgas mit Brausen, und es schlägt sich ein milchweißes Pulver nieder. Dies Pulver besteht aus Schwefel und und einem sehr geringen Antheile von geschwefeltem Wasserstoffe, der durch Erwärmung leicht ausgetrieben werden kann. Gewöhnlich nennt man es präcipitirten Schwefel.

Mit dem Stickstoffe geht der Schwefel gar keine Vereinigung ein, ob man gleich vormals der Meinung war, daß das hepatische Wasser von Aachen geschwefelten Stickstoff enthalte, jetzt ist es aber ausgemacht, daß dies der Fall nicht ist.

Mit dem Sauerstoff verbindet sich der Schwefel in vier bestimmten Verhältnissen, wodurch verschiedene Säuren entstehen. Die Verbindung von 100 Theilen Schwefel mit 149,7 Sauerstoff giebt die Schwefelsäure; 100 Theile Schwefel mit 100 Theilen Sauerstoff stellt die schweflichte Säure dar; 100 Theile Schwefel mit 50 Theilen Sauerstoff bildet Schwefeloxyd; und endlich 100 Theile Schwefel mit 125 Theilen Sauerstoff giebt das Schwefeloxydul. M. s. die nachfolgenden Artikel.

Auch der Kohlenstoff verbindet sich mit dem Schwefel, jedoch bey höhern Temperaturen, in mehreren ungleichen Verhältnissen, und bildet Schwefel-Kohlenstoff in fester, flüssiger und Gasgestalt. Ein Gemenge von Schwefel und Kohlenpulver, welches einer höhern Temperatur ausgesetzt wird, giebt diese Verbindung nicht, weil sich schon der Schwefel bey einer weit niedrigern Temperatur, als zu dieser Verbindung erfordert wird, verflüchtigt. Es müssen vielmehr Schwefeldämpfe über glühende Kohlen gelassen werden, wodurch eine Verbindung beyder Stoffe bewirkt, und durch eine gehörige Vorrichtung, als ein flüchtiger Körper oder Schwefel-Kohlenstoff, mittelst der pnevmatischen Wanne aufgefangen werden kann.

Wenn man ein Gemenge von Wachs oder Zucker mit Schwefel destillirt, so erhält man, neben Schwefel-Wasserstoff, eine große Menge tropfbar flüssigen Schwefelkohlenstoff, welcher aber von brenzlichem Oele verunreinigt ist.

Der Schwefelkohlenstoff besteht aus 100 Theilen Schwefel und 18,72 Theilen Kohlenstoff. Es wurde derselbe zuerst von Lampadius entdeckt, welcher ihn zufällig bey Destillation eines Schwefelkieses mit Kohle erhielt, nachher aber nicht von neuem wieder hervorbringen konnte. Er nannte ihn Schwefel-Alkohol. Nicht lange darauf entdeckten ihn von neuem Clement und Desormes, und gaben zugleich eine Methode seiner Bereitung an, wobey sie zeigten, daß er aus Schwefel und

Kohle zusammengesetzt sey. Berthollet der Jüngere suchte zu beweisen, daß er keine Kohle, sondern Schwefel und Wasserstoff enthalte, wie auch Lampadius angenommen hatte; Clüzel glaubte gefunden zu haben, daß dieser Körper Wasserstoff, Kohle, Stickstoff und Schwefel enthalte. Endlich bewiesen Berthollet der ältere, Vauquelin und Thenard, daß er aus Schwefel und Kohle ohne Wasserstoff zusammengesetzt sey *). Auch Berzelius und Marcet bestätigten die letztere Meinung durch einige gemeinschaftlich angestellte Versuche.

Mit dem Chlor verbindet sich der Schwefel sehr schnell. Thomson entdeckte zuerst diese Zusammensetzung, indem er Chlorgas durch Schwefelblumen streichen ließ. Noch leichter erhält man die Verbindung, wenn man Schwefel in einer Retorte erhitzt, welche Chlor enthält. Sie stellt sich in einer flüssigen Gestalt dar, welche über 200° Fahr. flüchtig ist, und in den kalten Theil der Retorte übergeht. Bey reflectirtem Lichte gesehen erscheint diese Substanz roth, aber bey durchfallendem Lichte gelblich grün. Ihr Geschmack ist sauer, brennend und bitter; an der Luft stößt sie Dämpfe aus, die fast wie Seegras, nur stärker, riechen. Ihr specifisches Gewicht ist 1,7. Das trockene Lackmuspapier wird von ihr nicht vollkommen geröthet. Schüttelt man sie mit Wasser, so wird letzteres durch das Erscheinen des Schwefels getrübt, sehr sauer und in Salzsäure und Schwefelsäure verwandelt. Nach den Versuchen H. Davy's absorbiren 10 Gran reiner Schwefel fast 80 Cubikzoll Chlor, so daß die Zusammensetzung ungefähr 2 Theile Schwefel auf 4,5 Chlor enthält. In diesem Zustande nimmt sie kein Chlor mehr auf, löset aber noch einen beträchtlichen Theil Schwefel unter Vermittelung der Wärme auf, und erlangt davon eine braungelbe Farbe.

Auch das Jod geht eine leichte Verbindung mit dem Schwefel ein. Es läßt sich dieselbe auf folgende Art

---

*) Annales de chimie. Tom. LXXXIV. p. 72. sqq. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIII. S. 421. ff.

darstellen: Man mische Jod und Schwefel in einer Glasröhre, und setze diese Mischung einer Hitze aus, in welcher der Schwefel schmilzt. Die dadurch entstandene Verbindung ist graulich schwarz und hat ein strahliges Gefüge, welches dem des Schwefelantimonium ähnlich ist. Wird das Jodid mit Wasser destillirt, so entbindet sich das Jod.

M. s. chemisches Wörterbuch v. Klaproth und Wolff. Artikel: Schwefel, Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: Schwefel.

Schwefelsäure (Zus. z. S. 469. Th. IV.) Vogel *) hat über die weißen Dämpfe, welche das sächsische Vitriolöl ausstößt, nähere Untersuchungen angestellt. Sie bilden, wenn sie in einen mit Eis erkalteten Recipienten übergetrieben werden, eine feste seidenartige und zähe schwer zu zerschneidende Masse, welche mit dem Asbest einige Aehnlichkeit hat. Bringt man sie in kleinen Quantitäten ins Wasser, so erregt sie ein zischendes Geräusch, wie rothglühendes Eisen, das man mit Wasser in Berührung bringt; in größern Quantitäten bewirkt sie eine Art von Explosion. Durch Zusatz von $\frac{1}{5}$ Wasser verwandelt sie sich in gewöhnliche Schwefelsäure. Sie löset den Schwefel auf und nimmt eine blaue, grüne, oder braune Farbe, nach dem Verhältniß des aufgelöseten Schwefels an.

In England wird die Schwefelsäure auf folgende Art gewonnen: man stellt eine Mischung von 8 Theilen Schwefel und 1 Theile Salpeter in einen eigenen Gefäß in ein luftdicht verschlossenes Zimmer von beträchtlicher Größe, welches überall mit Bley ausgeschlagen und auf dem Boden mit einer nicht hohen Wasserschicht versehen ist. Ist die Mischung angezündet, so brennt sie eine beträchtliche Zeit; das Wasser saugt die schweflichten Dämpfe ein, wird nach und nach immer saurer, und endlich durch

*) Journal für Chemie und Physik. B. IV. S. 21. ff.

Destillation gewinnt man die Schwefelsäure. Man war bey dieser Operation immer der Meinung, daß der Sauerstoff der auf diese Art gewonnenen Schwefelsäure von dem Salpeter herrühre. Allein Clement und Desormes zeigten, daß diese Meinung irrig sey. Denn 100 Theile Salpeter gaben bey zweckmäßiger Behandlung mit der gehörigen Menge Schwefel 2000 Theile concentrirte Schwefelsäure, diese enthalten 1200 Theile Sauerstoff, während 100 Theile Salpeter nur 39½ Theil Sauerstoff enthalten, mithin nicht $\frac{1}{30}$ von demjenigen Sauerstoffe, welchen man nachher in der erzeugten Schwefelsäure findet. Es blieb daher der Ursprung der 1200 Theile Sauerstoffs in der Schwefelsäure unerklärbar. Clement und Desormes gaben daher folgende Theorie dieses Prozesses an: Indem der brennende Schwefel oder die schweflichte Säure vom Salpeter einen Theil seines Sauerstoffs erhält, bildet er Schwefelsäure, die sich mit dem Kali verbindet, und etwas salpetrige und Salpetersäure in Dämpfen entbindet. Diese Dämpfe werden durch die schweflige Säure in Stickstoffoxydgas zersetzt. Dies Gas ist von Natur etwas specifisch schwerer als die Luft, und durch die Wärme jetzt ausgedehnt steigt es sehr schnell bis zur Decke des Zimmers, wo es durch eine angebrachte Oeffnung entweicht. Im Augenblicke aber, wo das Stickstoffoxydgas mit dem atmosphärischen Sauerstoff in Berührung kommt, bilden sich salpetrigsaure Dämpfe. Da diese aber eine beträchtliche specifische Schwere haben, so fallen sie auf das Schwefelfeuer nieder, und werden in Schwefelsäure verwandelt. Sie machen alsdann auf die beschriebene Art einen Kreislauf, und sinken mit einer neuen Ladung von Sauerstoff nieder u. s. w., wodurch der Schwefel im Brennen beständige Nahrung erhält. So erhellt es, daß ein kleines Volumen von Salpeterdampf durch seine abwechselnden Verwandlungen in Oxyd und Säure und durch seine darauf folgenden Zwischenveränderungen eine große Quantität Schwefel zu säuren im Stande ist.

Diese von Clement und Desormes aufgestellte Theorie wurde von H. Davy *) dahin modificirt, daß seinen Versuchen zu Folge das Stickstoffoxydgas nicht die Wirkung auf schwefeliges Gas habe, es ohne Wasser in Schwefelsäure zu verwandeln. Nach ihm geht der Prozeß über die Bildung der Schwefelsäure auf folgende Art von Statten: Der Schwefel erzeugt während des Verbrennens gasförmige, schweflichte Säure; die im Salpeter enthaltene Säure wird zersetzt, und giebt Salpetergas. Kommt dies mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft in Berührung, so wird gasförmige salpetrichte Säure erzeugt, welche nicht vermögend ist, die schweflichte Säure in Schwefelsäure zu verwandeln, es sey denn, daß Wasser zugegen wäre. Sind daher folgende Stoffe: Wasser, gasförmige salpetrichte Säure und gasförmige schweflichte Säure nur in einem gewissen Verhältnisse vorhanden, so verbinden sie sich, und stellen eine weiße, krystallinische Masse dar. Bey der großen Menge Wasser, welche gewöhnlich bey dieser Schwefelsäurebereitung angewendet wird, zersetzt sich augenblicklich die Zusammensetzung, und es bildet sich Schwefelsäure und Salpetergas. letzteres verwandelt sich in der atmosphärischen Luft wieder in gasförmige salpetrichte Säure, und der Prozeß erneuert sich ganz nach denselben Grundsätzen der Zusammensetzung und Zersetzung gemäß, bis das auf den Boden des Behältnisses befindliche Wasser stark sauer geworden ist. Folgender Versuch bestätigt die Richtigkeit dieser Theorie: Man mische trockene, gasförmige schweflichte Säure und gasförmige salpetrichte Säure zusammen, und zwar lasse man erstere in eine Glaskugel, welche zum Theil luftleer gemacht ist, und gasförmige salpetrichte Säure enthält, treten. Unter den Gasarten wird keine Einwirkung erfolgen. Bringt man aber einen Tropfen Wasser hinein, so erfolgt unmittelbar eine Verdichtung,

*) Elements of chemical Philosophy. Part I. p. 276. sqq. Uebersetzung von Wolff. B. I. S. 248. ff.

und es legt sich an der innern Wand des Gefäßes ein sehr weißer krystallinischer Anflug an. Enthält aber die Glaskugel eine hinreichende Menge Wassers, so entwickelt sich mit großer Lebhaftigkeit Salpetergas, und man findet, daß das Wasser eine Auflösung von Schwefelsäure sey.

Wie der Schwefel mit dem Salpeter auf die zweckmäßigste Art verbrannt wird, um die größte Menge Vitriolöl zu erhalten, ist noch jetzt ein Problem, über deren Auflösung die Chemiker nicht einig sind. Thenard giebt folgendes Verfahren als das beste an: An der einen Seite des mit Bley ausgelegten Zimmers, und einen Fuß über den Boden desselben, wird eine eiserne Platte, welche oben mit einem Rand versehen ist, horizontal auf einen Ofen gelegt, dessen Zug unter den Boden der Stube wegläuft, ohne eine Verbindung mit derselben zu haben. Auf diese Platte, welche in einer kleinen Stube eingeschlossen ist, legt man das Gemenge von Schwefel und Salpeter. Nachdem das Zimmer verschlossen und der Boden des großen Zimmers mit Wasser bedeckt ist, wird im Ofen ein gelindes Feuer angemacht. Der Schwefel entzündet sich bald, woraus die angeführten Produkte sich entwickeln. Ist die Verbrennung vollendet, was man durch ein kleines, an der Fallthüre des Zimmers befindlichen Fenster wahrnehmen kann, so öffnet man die Fallthür, nimmt das schwefelsaure Kali vom Ofen weg, und ersetzt es durch eine neue Mischung von Schwefel und Salpeter. Unterdessen wird die Luft im Zimmer erneuert, indem man die Thür und eine gegenüber befindliche Klappe öffnet. Nachdem diese Oeffnungen wieder verschlossen sind, wird der Ofen von neuem geheitzt. Auf diese Art werden mehrere Vermischungen verbrannt, bis die Säure ein specifisches Gewicht von 1,390 erlangt hat. Die Säure wird alsdann durch Hähne abgezapft und concentrirt.

Nach Ure gewinnt man reines Vitriolöl durch Destillation ohne alle Gefahr auf folgende Art: Man nimmt eine gläserne Retorte, welche 2 bis 4 Quart Wasser hält,

schüttet in dieselbe ungefähr 1 Pinte Schwefelsäure (auch einige Glasstückchen), und verbindet die Retorte mit einem kugelförmigen Recipienten mittelst einer Glasröhre, welche 4 Fuß lang ist und im Durchmesser 1 bis 2 Zoll hält. Diese Röhre schließt an beyden Enden sehr locker. Die Retorte wird über ein Kohlenfeuer gestellt, und die Wärme darf nur gelinde auf den Boden derselben einwirken. Wenn die Säure anfängt lebhaft zu kochen, so entstehen von Zeit zu Zeit plötzliche Explosionen eines sehr schweren Dampfes, wodurch kleine Gefäße jederzeit zerschmettert werden. Bey dem großen Raume der Retorte und des Recipienten, und bey der Communication mit der äußern Luft an den beyden äußersten Enden der Röhre, können aber die Ausdehnungen ohne die geringste Gefahr Statt finden. Würde man aber die Retorte einer sehr starken Hitze aussetzen, so würden die Dämpfe sich so stark entwickeln, daß ohne Zweifel dadurch der ganze Apparat zertrümmert würde; denn die Explosionen sind eben so schnell, wie die des Schießpulvers.

Das specifische Gewicht einer so concentrirten Säure bey 60° Fahr. beträgt 1,8452; Dalton setzt es auf 1,850, welches aber nach Ure irrig ist. Ure giebt an, daß die Menge Wassers, welche in 100 Theilen concentrirtem und reinen Vitriolöl vorhanden ist, genau scheine durch 18,46 ausgedruckt werden zu können. Uebrigens stellte er genaue Versuche an, um das Verhältniß zwischen der specifischen Schwere eines verdünnten Vitriolöls und der Stärke seiner Säure zu finden. Die Resultate sind in folgender Tafel enthalten:

flüssige Säure	specif. Gew.	trockne Säure	flüssige Säure	specif. Gew.	trockne Säure	flüssige Säure	specif. Gew.	trockne Säure	flüssige Säure	specif. Gew.	trockne Säure
100	1,8485	81,64	75	1,6520	61,15	50	1,3884	40,77	25	1,1792	20,38
99	1,8475	80,72	74	1,6415	60,34	49	1,3788	39,95	24	1,1706	19,57
98	1,8460	79,90	73	1,6321	59,52	48	1,3697	39,14	23	1,1626	18,75
97	1,8439	79,09	72	1,6204	58,71	47	1,3612	38,32	22	1,1549	17,94
96	1,8410	78,28	71	1,6090	57,89	46	1,3530	37,51	21	1,1480	17,12
95	1,8376	77,46	70	1,5975	57,08	45	1,3440	36,69	20	1,1410	16,31
94	1,8336	76,65	69	1,5868	56,26	44	1,3345	35,88	19	1,1330	15,49
93	1,8290	75,83	68	1,5760	55,45	43	1,3255	35,06	18	1,1246	14,68
92	1,8233	75,02	67	1,5648	54,63	42	1,3165	34,25	17	1,1165	13,86
91	1,8179	74,20	66	1,5503	53,82	41	1,3080	33,43	16	1,1090	13,05
90	1,8115	73,39	65	1,5390	53,00	40	1,2999	32,91	15	1,1019	12,23
89	1,8043	72,57	64	1,5280	52,18	39	1,2913	31,80	14	1,0953	11,41
88	1,7962	71,75	63	1,5170	51,37	38	1,2826	30,98	13	1,0887	10,60
87	1,7870	70,94	62	1,5066	50,55	37	1,2740	30,17	12	1,0809	9,78
86	1,7774	70,12	61	1,4960	49,74	36	1,2654	29,35	11	1,0743	8,97
85	1,7673	69,31	60	1,4860	48,92	35	1,2572	28,54	10	1,0682	8,15
84	1,7570	68,49	59	1,4760	48,11	34	1,2490	27,72	9	1,0614	7,34
83	1,7465	67,68	58	1,4660	47,29	33	1,2409	26,91	8	1,0544	6,52
82	1,7360	66,86	57	1,4560	46,48	32	1,2334	26,09	7	1,0477	5,71
81	1,7245	66,05	56	1,4460	45,66	31	1,2260	25,28	6	1,0405	4,89
80	1,7120	65,23	55	1,4360	44,85	30	1,2184	24,46	5	1,0336	4,08
79	1,6993	64,42	54	1,4265	44,03	29	1,2108	23,65	4	1,0268	3,26
78	1,6870	63,60	53	1,4170	43,22	28	1,2052	22,83	3	1,0206	2,446
77	1,6750	62,78	52	1,4073	42,40	27	1,1956	22,01	2	1,0140	1,63
76	1,6630	61,97	51	1,3977	41,58	26	1,1876	21,20	1	1,0074	0,8154

Mischt man 1 Theil Schnee mit 4 Theilen concentrirtem Vitriolöl von 0° Wärme, so wird die Temperatur der Mischung + 100°. Läßt man diese nachher bis auf 0° erkalten, und mengt man sie dann mit dreymal so viel Schnee, so entstehen 20 bis 25° Kälte. Der Grund davon ist, daß die Säure zuerst Wasser chemisch, als Krystallwasser, bindet, und daß dabey, wie bey allen chemischen Verbindungen, eine Menge Wärmestoff frey wird, daß aber nachher, wenn der erkalteten Säure, noch mehr Schnee zugesetzt wird, dieser von der flüssigen

Säure aufgelöset wird, und von ihr Wärme aufnimmt, um ebenfalls flüssig zu werden, ganz so, wie es der Fall ist, wenn Salze durch Lösung im Wasser geschmolzen werden.

Wird Schwefelsäure mit Wasser vermischt, so wird das Volumen des Gemisches, nach dem Abkühlen kleiner als das Volumen von beyden zusammengenommen vorher war. Gleiche Theile Säure und Wasser gemischt und zu ihrer ursprünglichen Temperatur abgekühlt, verlieren $\frac{29}{1000}$ oder ziemlich 3 Prozent von ihrem ersten Volumen. Dieser Condensation der Vermischung schrieb man anfänglich die Wärmeentwickelung beym Mengen der Säure und des Wassers zu; allein nachher hat die Erfahrung gewiesen, daß das eigentlich von der chemischen Vereinigung der wasserhaltigen Säure mit einem neuen Antheile Wasser herrühre, und man hat nachher gefunden, daß es Flüssigkeiten giebt, welche beym Zusammenmischen Wärme entwickeln, ungeachtet das Gemisch nachher bey gehöriger Abkühlung ein größeres Volumen einnimmt, als die gemischten Flüssigkeiten vor der Vermischung einnahmen, wie z. B. Weingeist und Wasser, wenn beyde in gewissen Verhältnissen gemischt werden.

M. s. Lehrbuch der Chemie von Berzelius B. I. 1823. S. 428. ff. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Art. *Acidum sulphuricum.*

Schwefelsäure, flüchtige (Zus. z. S. 473. Th. IV.) Das specifische Gewicht der gasförmigen schweflichten Säure beträgt nach Thenard und Gay-Lussac 2,2553, nach Dalton 2,3, nach H. Davy 2,2295 und nach Ure 2,222, das der atmosphärischen Luft als 1 angenommen.

Nach Berzelius besteht diese Säure aus 50,144 Theilen Schwefel und 49,856 Sauerstoff, oder 100 Theile Schwefel verbinden sich in ihr mit 99,42 Theilen Sauerstoff, so daß der Schwefel in der Schwefelsäure $1\frac{1}{2}$ mal so viel Sauerstoff aufnimmt, als in der schweflichten Säure.

Schwefeloxyd, unterschweflichte Säure (Acidum subsulphurosum, acide hyposulfureux) (N. A.). Gay-Lussac [*]) kam auf die Vermuthung, daß die Säure in den geschwefelten schweflichtsauren Salzen eine eigenthümliche Säure seyn möchte, in welchen die Grundlage mit dem Schwefel und der schweflichten Säure zugleich verbunden sey, oder in welchen beyde zusammen eine Menge Grundlage sättigten, welche die schweflichte Säure für sich allein würde neutralisiren können. Diese Vermuthung wurde endlich im Jahre 1819 durch sehr interessante Versuche von Herschel [**]) aufs vollkommenste bestätigt.

Diese Säure kann man noch nicht isolirt darstellen; sie wird, sobald man sie auf nassem Wege aus ihren Verbindungen auszuscheiden sucht, zerstört, indem Schwefel sich niederschlägt und schweflichte Säure in der Flüssigkeit zurückbleibt. Sie bildet sich, wenn entweder schweflichtsaure Salze in verschlossenen Gefäßen mit gepulvertem Schwefel digerirt werden, oder wenn in Wasser aufgelöstes Schwefelkalium so lange der Luft ausgesetzt wird, bis dasselbe beynahe farbenlos geworden ist, oder noch leichter, wenn Zink- oder Eisenfeile in tropfbar flüssiger schweflichter Säure aufgelöset werden, wo man die Säure dann auf andere Grundlagen z. B. Erden und Alkalien, übertragen kann, wenn man die Metallsalze mit solchen niederschlägt. Bey diesen Auflösungen nimmt das Zink oder Eisen die Hälfte des in der schweflichten Säure befindlichen Sauerstoffs auf, und mit der andern Hälfte des Sauerstoffs bildet der Schwefel die neue Säure, und in den so erzeugten Salzen enthalten die Säure und die Grundlage gleiche Menge Sauerstoff.

Wenn man in den Auflösungen der mit dieser Säure gebildeten Salze eine stärkere Säure tropfenweise zusetzt, so wird jene frey und erhält sich für einen Augenblick

*) Annales de chimie. Tom. LXXXV.
**) Edinburgh Philosophical Jour. 1819.

unzersetzt in der Auflösung; nach einigen Minuten trübt sich die Flüssigkeit, es wird Schwefel niedergeschlagen und der Geruch nach schweflichter Säure bemerkbar.

Diese Säure besteht aus 66,80 Theilen Schwefel, und 33,20 Theilen Sauerstoff, oder 100 Theile Schwefel besitzen 50 Theile Sauerstoff, mithin ist der Schwefel darin mit halb so viel Sauerstoff, als in der schweflichten Säure verbunden.

M. s. Lehrbuch der Chemie von Berzelius. B. I. S. 438. ff. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: *Acidum subsulphurosum.*

Schwefeloxydul, Unterschwefelsäure (Acidum subsulphuricum, acide hyposulfurique) (N. A.). Diese Säure ist erst im Jahre 1819 von Gay-Lussac und Welther entdeckt worden. Man gewinnt sie, indem man einen Strom von schweflichtsaurem Gas über das schwarze Manganoxyd streichen läßt. Die daher entstandene Verbindung löset man im Wasser auf, worin das überschüssige Manganoxyd abgeschieden wird. Aetzendes Baryt fällt das Mangan, und bildet mit der neuen Säure ein sehr auflösliches Salz, welches durch einen Strom Kohlensäure vom überschüssigen Baryt befreyet, regelmäßig wie salpetersaurer oder salzsaurer Baryt krystallisirt. Nachdem man auf solche Art unterschwefelsauren Baryt erhalten hat, setzt man der Auflösung mit großer Vorsicht Schwefelsäure zu, welche den Baryt niederschlägt, und die Unterschwefelsäure im Wasser zurückläßt. Diese Säure verträgt unter dem Recipienten der Luftpumpe eine sehr beträchtliche Concentration. Sie characterisirt sich durch folgende Eigenthümlichkeiten:

1. Durch die Hitze wird sie in schweflichte und Schwefelsäure zersetzt.

2. Mit Baryt, Strontit, Kalk, Bley und Silber bildet sie auflösliche Salze.

3. Die unterschwefelsauren Salze sind sämmtlich auflöslich.

4. Vermischt man ihre Auflösungen mit Säuren, so geben sie nur in dem Fall schwefelige Säure, wenn die Mischung von selbst heiß, oder künstlich erhitzt wird.

5. Bey hoher Temperatur lassen sie einen großen Theil schwefelige Säure frey, und werden in neutrale schwefelsaure Verbindungen verwandelt.

Diese Säure besteht aus 44,59 Theilen Schwefel und 55,41 Theilen Sauerstoff, oder in 100 Theilen Schwefel sind 125 Theile Sauerstoff enthalten.

M. s. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: *Acidum subsulphuricum.*

Schwere, specifische (Zus. z. S. 505. Th. IV.). Die genaue Kenntniß der specifischen Gewichte der verschiedenen Gasarten ist bey vielen physisch-chemischen Untersuchungen von solcher Wichtigkeit geworden, daß eine genauere Untersuchung derselben höchst nöthig war. Wenn man auch auf eine ganz gleichmäßige Art ein und dieselbe Gasart, unter derselben Luftpumpe und mit den nämlichen Wagen durch genau angestellte Versuche in Ansehung seines Gewichts bey gleichem Raume zu bestimmen sucht, so fallen doch die Resultate derselben, wenn sie an verschiedenen Tagen sind gemacht worden, nie übereinstimmend aus. Es können daher dergleichen gemachte Erfahrungen nie vergleichbar seyn, wofern sie nicht vorher diejenigen Correctionen erfahren haben, nach welchen sie vergleichbar werden können.

Zuerst ist bekannt, daß der Druck der Atmosphäre veränderlich ist. Da nun dieser auch auf die in dem offenen gewogenen Gefäße enthaltene Luft wirkt, so muß sie die Dichtigkeit, so wie das Gewicht derselben ändern, je nachdem der Luftdruck stärker oder schwächer wird. Es ist also dies eine von den Ursachen, welche die Anbringung der Correctionen verlangen. Einen ähnlichen Einfluß bewirkt die Temperatur, indem beym gleich bleibenden Drucke der Atmosphäre bewirkt sie eine Verdün-

nung oder eine Verdichtung der Luft, je nachdem sie steigt oder sinkt. Sie muß also ebenfalls hiebey berücksichtigt werden.

Dieselben Ursachen werden einerley Wirkungen auf die Gewichte aller übrigen Gasarten hervorbringen, wenn sie in das, zuvor luftleer gemachte Gefäß, gebracht werden. Man wird daher auch bey ihnen auf die Stärke des Drucks und auf den Grad der Temperatur, unter welchen sie in das Gefäß gebracht werden, Rücksicht zu nehmen haben.

Ferner behält das Gefäß, in welches die Luft gebracht wird, nicht immer dieselbe Weite; denn, je nachdem die Temperatur steigt oder fällt, dehnt sich die Luft aus, oder condensirt sich, und vergrößert oder verkleinert dadurch das Volumen des Gefäßes; auch dies wird mit in Rechnung gebracht werden müssen.

Endlich ist es auch noch bekannt, daß die atmosphärische Luft, so wie alle übrige Gasarten, eine gewisse Menge Wasserdünste enthalten kann, welches sich mit der Temperatur und der größern oder mindern Austrocknung, welche die Luftart erfahren hat, abändert. Es wird daher ein und dasselbe Volumen irgend einer Luftart von verschiedenem Gewicht seyn können, je nachdem es eine größere oder geringere Menge von diesem Dunst enthält, welcher die Stelle eines gewissen Theils seiner Masse einnimmt. Um also die Resultate vergleichbar zu erhalten, wird man die Menge der Wasserdünste, welche in den zu wägenden Luftarten enthalten sind, kennen, und bey den zu suchenden Resultaten berücksichtigen müssen; oder man wird genöthigt seyn, sie durch Alkalien verschlucken zu lassen, damit ihre Einwirkung ohne Einfluß sey.

Alle diese angeführten Ursachen werden noch eine anderweitige Einwirkung auf die Versuche äußern, indem sie die Dichtigkeit der, das Gefäß beym Abwägen ungebunden, atmosphärischen Luft verändern. Es verliert nämlich ein Körper, welcher in eine schwere Flüssigkeit

eingetaucht ist, in derselben von seinem Gewichte so viel, als das Gewicht der Flüssigkeit beträgt, welches von dem eingetauchten Körper verdrängt wird. Daher wird der Gewichtsverlust, welchen das Gefäß, voll oder leer in der freyen Luft gewogen, erleidet, sich mit seinem Volumen, dem Luftdrucke, der Temperatur und dem hygrometrischen Zustande der äußern Luft abändern.

Außerdem wird bey dergleichen Versuchen vorausgesetzt, daß mittelst der Luftpumpe die Luft in dem Gefäße ganz rein ausgepumpt sey; dies ist aber nie der Fall. Bey der möglichen Sorgfalt, welche man anwenden mag, eine vollkommene Luftleere zu erhalten, wird man doch stets genöthigt seyn, eine kleine Menge elastische Flüssigkeiten darin zurückzulassen, die ihre Gegenwart durch den Druck offenbaren, welchen sie auf das, mit dem Innern der Luftpumpe in Verbindung stehende Barometer ausüben. Man wird daher diesen Druck messen und zugleich wissen müssen, ob er von einem geringen Rückstand atmosphärischer Luft oder Wasserdunstes oder einer Mischung beyder herrühre.

Sind alle diese Angaben bekannt, so läßt sich das Gewicht berechnen, welches die atmosphärische Luft oder jede andere Luftart, die in dem Gefäße bey der Temperatur des thauenden Eises unter dem Druck von 0°,76, und bey völliger Freyheit von Wasserdünsten enthalten ist, besitzt. Auf diese Art werden sich so genau als möglich vergleichbare Resultate der specifischen Gewichte der verschiedenen Luftarten angeben lassen. Mittelst solcher und ähnlicher Verfahrungsarten wurden die in folgender Tabelle angegebenen Resultate erhalten.

Tabelle

über das specifische Gewicht der Gasarten und Dünste in Vergleichung mit dem der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen.

Substanzen.	Dichtigkeiten durch Versuche ausgemittelt.	Dichtigkeiten aus dem Verhältnisse der Bestandtheile und der Zusammensetzung des Volumens berechnet.
atmosphärische Luft	1,00000 } Biot und Arago	
Sauerstoffgas	1,10359 } Biot und Arago	
Stickstoffgas	0,96913 } Biot und Arago	
Wasserstoffgas	0,07321 } Biot und Arago	
kohlensaures Gas	1,51961 } Biot und Arago	
Ammoniumgas	0,59669 } Biot und Arago	0,59438 { 3 Wasserstoff u. 2 Stickstoff zusammengez. in 2 Vol.
salzsaures Gas	1,24740 } Biot und Arago	
Chlor	2,470. Gay u. Thenard	2,421 { unter Annahme, daß 1 Chlor u. 1 Wasserst. 2 salzs. Gas bilden
Kohlenstofferydgas	0,9569. Cruikshank	0,96782 { vorausgesetzt, daß 1 Kohlens. weniger $\frac{1}{2}$ Sauerstoff, 1 dies. Gas bilden
orydirtes Stickgas	1,5204. Colin	1,52092 { 1 Stickstoff und $\frac{1}{2}$ Sauerstof auf 1 Vol. reducirt
Salpetergas	1,0388. Berard	
Schwefelwasserstoffgas	1,1912 } Gay u. Thenard	
schweflichtsaures Gas	2,1204 } Gay u. Thenard	
ölerzeugendes Gas	0,97804. Th. v. Saussure	
Fluß boraxsaur. Gas	2,3709 } Joh. Davy	
Kieselerdehaltiges flußsaures Gas	3,5737 } Joh. Davy	
Chlorkohlenstoffgas	. . .	3,3888 nach J. Davy
Euchloringas	. . .	2,3782 { 4 Chlor u. 2 Sauerstoff reducirt auf 5 Volumen
Jodwasserstoffsäure-Gas	4,443. Gay . .	4,4288 { vorausgesetzt, daß 2 Wasserstoff und 1 Sauerst. 2 Wasserdunst bilden
Dunst von Wasser	0,62349 } Gay	
Dunst von absoluter Alkohol	1,6133 } Gay	
Dunst von Schwefeläther	2,5860 } Gay	
Dunst von Jodwasserst. äther	5,4749 } Gay	
Dunst von destill. Terp. Oel	5,0130 } Gay	
Dunst von Schwefelkohlenst.	2,6477 } Gay	
Dunst von Jod	. . .	8,6195
Dunst von Salzäther	2,219 } Thenard	
Dunst von Kohlenstoff	0,416 } Thenard	

Zur Erläuterung der dritten Columne dienen folgende Bemerkungen. Schon vor langer Zeit hatte Gay-Lussac die wichtige Entdeckung gemacht, daß die gasförmigen Stoffe, welche aus der chemischen Vereinigung mehrerer anderer gasförmigen Stoffe entstehen, in einem bestimmten Volumen stets die Volumina ihrer Bestandtheile nach einer ganzen Zahl enthalten, und zwar so, daß diese dabey gleichzeitig in einen kleinern Raum zusammengezogen aber in einen größern ausgedehnt worden sind, nach einem, im Allgemeinen durch einfache Zahlen auszudrückenden, Verhältnisse. Vervielfältigt man die Dichtigkeit eines jeden der Grundstoffe mit einer ganzen Zahl, so wird man dadurch zugleich den Gewichtsausdruck für eben so viele Volumina eines jeden derselben erhalten, indem die Dichtigkeit einer Gasart nichts anders ist, als ihr Gewicht unter der Einheit des Volumens, bezogen auf das Gewicht der atmosphärischen Luft als Gewichtseinheit. Addirt man diese Produkte, so erhält man das Gewicht des ganzen Volumens, welches durch die Gesammtzahl der Volumina gebildet wird. Man hat daher nur noch nöthig, dies nach dem Verhältnisse zu reduciren, welches angenommen wurde, nachdem die luftförmigen Stoffe bey der chemischen Verbindung entweder den Raum ausdehnen oder zusammenziehen. Als Beyspiel mag das Ammoniumgas dienen. Der Zerlegung zu Folge enthält dasselbe 3 Volumtheile Wasserstoffgas in Verbindung mit 1 Theil Stickstoffgas; nun beträgt vermöge der Dichtigkeiten beyder Grundstoffe

das Gewicht von 3 Volumtheilen Wasserstoff 3 × 0,07321 = 0,21963
das Gewicht von 1 Volumtheil Stickstoff . . = 0,96913

die Summe oder das Gew. von 4 Volumth. der Mischung = 1,18876
also das Gewicht eines einzigen Volumtheilchens = 0,29719
Nun ist das Gewicht eines Volumtheilchens Ammoniumgas = 0,59669
d. i. fast das Doppelte des vorigen (0,29719).

Hieraus erhellt, daß sich, bey der chemischen Vereinigung, jedes doppelte Volumen der vermischten Grundstoffe in ein einziges zusammenzieht. Hiernach muß die berechnete Dichtigkeit das Doppelte von 0,29719, d. i.

gleich 0,59438 seyn, welches auch in der That von der durch Erfahrung gefundene Dichtigkeit sehr wenig abweicht. Die Einfachheit der Verhältnisse der Volumina bey der chemischen Verbindung mehrere luftförmigen Stoffe scheint ein allgemeines Naturgesetz der chemischen Vereinigung der Gasarten zu seyn.

Diese Voraussetzung hat man auch analogisch auf Substanzen ausgedehnt, die wir in gasförmigen Zustand zu versetzen nicht vermögend sind; und daraus die Dichtigkeit abgeleitet, welche sie haben müßten, wenn sie in diesen Zustand gebracht würden. Die chemische Analyse zeigt, daß das Sauerstoffgas sein Volumen nicht ändert, wenn es mit Kohlenstoff zur Kohlensäure zusammentritt. Nach obiger Tabelle wiegt ein Volumen Kohlensäure 1,51974. Zieht man davon das Gewicht eines Volumens Sauerstoff gleich 1,10359, ab, so wird der Rest 0,41602 das Gewicht des im Volumen 1 dieser Säure enthaltenen Kohlenstoff angeben. Mithin wird dies auch das Gewicht eines Volumens 1 Kohlenstoffdunst seyn, weil keine Verdichtung Statt gefunden hat.

Fügt man nun zum Gewicht eines solchen Volumen, welches 0,41602 beträgt, das Gewicht eines halben Volumen Sauerstoff gleich 0,55179 hinzu, so erhält man die Summe 0,96781. Dies ist genau die Dichtigkeit des Kohlenstoffoxydgases; und man erhält dadurch eine neue Bestimmung für seine Zusammensetzung; wonach der Kohlenstoff in ihm mit halb so viel Sauerstoff dem Gewichte nach verbunden ist, als in der Kohlensäure. Das nämliche Verhältniß findet zwischen den Sauerstoffmengen Statt, welche das erste und zweyte Oxyd des Stickstoffs bilden. Ueberhaupt kommen bey den Substanzen, die eine sehr starke Verwandtschaft zu einander haben, die verschiedenen Gewichtsverhältnisse, unter welchen sie sich mit einander verbinden, fast immer auf sehr einfache Zahlenverhältnisse zurück; eine Bemerkung, welche in den neuern Zeiten eine vorzügliche Bedingung der neuern Chemie ist. Jedoch ist es immer noch zweifelhaft, ob

dieselbe Einfachheit der Verhältnisse auch in dem Falle nothwendig fortbesteht, wo der Verwandtschaftsgrad sehr schwach ist.

Nach der Zeit ist noch entdeckt worden, daß gasförmige Substanzen, wenn sie durch Wasser hindurch in andere Gefäße übergeleitet werden, einander wechselseitig austreiben, so daß die neu hinzugekommene Gasart sich zum Theil mit dem Wasser verbindet, aus welchem sie die früher damit verbundene austreibt; die in angeführter Tabelle angegebenen Resultate müßten also zum Theil nach dieser neuern Entdeckung berichtigt werden. **Berzelius** und **Dulong** haben daher durch neuere ganz genaue Versuche mit Beseitigung dieses letztern angeführten Umstandes für das specifische Gewicht der Gasarten folgende Resultate angegeben: Sauerstoff 1,1026; Stickstoff 0,9757; kohlensaures Gas 1,5245; Wasserstoffgas 0,0688; diese Angaben beziehen sich auf die Temperatur des schmelzenden Eises und auf den Luftdruck von 0,76 Meter.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Pulvern und andern festen Körpern, welche man nicht in Wasser tauchen will, hat Herr Leslie *) eine eigene Vorrichtung angegeben. Sie besteht aus einem Glascylinder (Fig. 26.) AE ungefähr 3 Fuß lang und an beyden Enden offen. Der Theil AB ist ungefähr $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser weit, der Theil BE ungefähr $\frac{2}{10}$. Beyde Räume communiciren bey B mittelst einer äußerst feinen Spalte, welche der Luft den Durchgang verstattet, aber Sand oder Pulver zurückhält. Die Oeffnung bey A ist abgeschliffen, so daß sie luftdicht in einer kleinen Glasplatte verschlossen werden kann. Die Substanz, deren specifisches Gewicht bestimmt werden soll z. B. Mehl, Sand u. dergl. wird in den Theil AB des Cylinders gebracht, den sie ganz oder nur zum Theil anfüllen mag. Nun

*) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. VIII. Heft 3. S. 326. ff.

wird der Cylinder in vertikaler Richtung in einen andern offenen, mit Quecksilber gefüllten, X, gesenkt, bis das Quecksilber außerhalb und innerhalb zur Abtheilung bey B gelangt ist; hiernächst wird der Deckel bey A luftdicht aufgepaßt. Auf diese Weise erhellt, daß in dem Instrumente weiter keine Luft ist, als die zwischen der Substanz in dem Raume AB. Es sey der Barometerstand jetzt = 30″. Man ziehe nun die Röhre senkrecht aufwärts, bis das Quecksilber in dem Innern von BE bey einem Punkte C, 15″, über seiner Oberfläche in dem Gefäße X steht. Auf diese Art ist offenbar die Luft im Innern der Röhre genau dem Drucke einer halben Atmosphäre ausgesetzt; folglich wird sie ausgedehnt, und füllt genau das Doppelte des Raumes aus, den sie Anfangs besaß. Da die Luft um das doppelte Volumen ausgedehnt worden, so folgt, daß der Raum AB gerade die Hälfte der anfänglich in ihm befindlichen Luft enthalte, der Raum BC aber die andere Hälfte derselben, so daß die Menge der Luft in jeder dieser Abtheilung der Röhre gleich ist. Mit andern Worten, die Menge der Luft in BC ist genau der gleich, die mit dem Mehle oder Sande in AB noch vermengt ist, und zeigt genau denselben Raum an, welchen die ganze Luft vor ihrer Verdünnung erfüllt. Wird jetzt das Mehl oder der Sand herausgenommen, und der Versuch so wiederholt, daß der Raum AB nur mit Luft angefüllt ist; so erhellet, daß letztere, weil jetzt eine größere Menge derselben vorhanden ist, als bey der Ausfüllung des Raumes mit Mehl oder Sand, wenn sie sich bey dem Drucke von 15 Zoll bis zum doppelten Volumen ausgedehnt hat, einen größern Raum einnehmen wird, als in dem andern Versuche. Und dieserwegen wird auch das Quecksilber niedriger, vielleicht bey D stehen. Die verdünnte Luft in der engen Röhre wird genau den Raum einnehmen, welchen die unverdünnte unter dem gewöhnlichen Luftdrucke erfüllte. Jetzt ist dieser Raum in dem einen Falle BC, in dem andern BD, woraus sich ergiebt, daß der Raum

CD, als der Unterschied zwischen jenen beyden, dem Volumen der festen Masse des Mehles oder Sandes gleich sey. Hat man nun die Anzahl der Grains Wasser, welche von der engen Röhre BE aufgenommen werden können, mittelst einer graduirten Skale ermäßigt; so kann man sogleich sehen, was für ein Gewicht Wassers dem Volumen der festen Materie in dem Mehle oder Sande gleich komme, und indem man dasselbe mit dem Gewichte des Sandes in der Luft vergleicht, findet man das wahre specifische Gewicht des Mehles oder Sandes.

Nach dieser sinnreichen Methode fand Leslie die specifischen Gewichte verschiedener Körper in Pulverform ganz verschieden von den bisher angeführten Resultaten. So bestimmte er das specifische Gewicht der Kohle im Zustande des Pulvers über 7 mal größer, als bisher angegeben worden ist. Eben so fand er die specifischen Gewichte der Sägespäne von Mahagonyholz = 1,68, also um ⅔ mehr, als gewöhnlich, von Weizenmehl = 1,56, von zerstoßenem Zucker = 1,83, vom gemeinen Salze = 2,15, von der vulkanischen Asche = 4,4 u. s. f. Er bemerkt jedoch dabey, daß diese Zahlen nur Annäherungswerthe geben, und nicht als schärfe und genaue Resultate zu betrachten sind.

Ueber die specifischen Gewichte der verschiedenen Gemische des Zinnbleyes hat Herr Prof. Kupffer *) neuere und genauere Untersuchungen angestellt.

Schwererde, Baryterde (Zus. z. S. 526. Th. IV.). H. Davy entdeckte, daß auch die Baryterde ein Oxyd ist, dessen Grundlage ein eigenes Metall ausmacht, welchem man den Namen Barium (Barium) gegeben hat. Man gewinnt diese metallische Substanz auf folgende Art: Eine beliebige Menge Baryt macht man mit Wasser zu einem Teige, und legt denselben auf eine Platinplatte. Hierauf drückt man eine Grube in den Teig,

*) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. VIII. Heft 3. S. 331. ff.

und schüttet in diese ein Quecksilberkügelchen. Dieses der Wirkung einer hinreichend starken Voltaschen Batterie ausgesetzt, giebt im kurzen ein Amalgam, das aus Quecksilber und Barium besteht. Hierauf bringt man dies Amalgam in eine aus völlig bleyfreyem Glase verfertigte Röhre, welche in Gestalt einer Retorte gebogen und mit Naphtadunst angefüllt werden, und verschließt sie hermetisch. Das Ende der Röhre, in welchem sich das Amalgam befindet wird erhitzt, bis alles Quecksilber fortgetrieben ist; wo dann eine feste, schwer schmelzbare Substanz übrig bleibt, welche Barium ist.

Das auf diese Art erhaltene Metall besitzt eine dunkelgraue Farbe, und einen etwas schwächern Glanz, als das Gußeisen.

Es fängt sehr begierig Sauerstoff ein, und brennt, wenn es gelinde erhitzt wird, mit dunkelrothem Lichte. In Wasser geworfen brauset es heftig, verschwindet und das Wasser verhält sich wie Barytwasser. In diesem Zustande scheint sich das Barium auf der ersten Oxydationsstuffe zu befinden, und enthält nach Berzelius 89,529 Barium und 10,471 Sauerstoff. In diesem Grade der Oxydation befindet sich die Baryterde.

Gay-Lussac und Thenard fanden dadurch noch eine andere Oxydationsstuffe, daß man das erste Oxyd des Bariums in einer kleinen mit Sauerstoff gefüllten Retorte über einer Weingeistlauge erhitzt, wodurch sich das erste Oxyd mit einer größern Menge Sauerstoff verbindet, und in den Zustand des zweyten Oxyds übergeht. Dieses Oxyd ist kaustisch, und färbt den Veilchensyrup grün. Durch die Volta'sche Säule kann es reducirt werden.

Selen, Selenium (Selenium, Selène) (M. N.) ist ein vom Herrn Prof. Berzelius *) aus den Schwefelkiesen zu Fahlun ausgezogener einfacher Körper, welcher

*) Annales de chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. IX. p. 160. 199.

seinen Eigenschaften nach ein mittlerer Körper zwischen Tellur und Schwefel zu seyn, ja letzterm nach näher als erstern zu stehen scheint. Er gab daher demselben den Namen Selenium, von Σελήνη (Mond), um die mit den des Tellurs verwandte Eigenschaften zu bezeichnen. Es wurde dasselbe in äußerst geringer Menge aus einer großen Quantität von Schwefelkiesen gewonnen. Wird das Selen geschmolzen, so erhält es beym Erstarren auf seiner Oberfläche einen metallischen Glanz von sehr dunkelbrauner Farbe. Sein Bruch ist muschlig, glasig, bleyfarbig und vollkommen metallisch. Es ist nicht hart und läßt sich leicht mit dem Messer schaben, besitzt aber eine Sprödigkeit wie Glas, und läßt sich leicht in Pulver verwandeln. Sein specifisches Gewicht ist zwischen 4,3 und 4,32. Berzelius konnte es durch Reiben nicht elektrisch machen, und ist mithin ein Nichtleiter der Elektricität; auch leitet es die Wärme sehr schlecht; denn man kann es leicht in einem Abstande von 1 oder 2 Linien von den Fingern schmelzen lassen, ohne im geringsten zu bemerken, daß es heiß wird. Es giebt einen eigenen Meerrettigsartigen Geruch von sich, wenn es so sehr erhitzt wird, daß Oxydation erfolgt.

Mit dem Sauerstoffe hat das Selen keine große Verwandtschaft. Wird es in einer großen mit Sauerstoffgas gefüllten Flasche erhitzt, so verdunstet es ohne Verbrennung, und nimmt den Meerrettigsgeruch an, gerade so, als wenn die Verdampfung in freyer Luft geschieht. Wird dagegen das Selen in einer Glaskugel von 1 Zoll Durchmesser erhitzt, wo es sich wegen Enge des Raumes nicht verflüchtigen kann, und läßt man durch diese Kugel einen Strom Sauerstoffgas streichen; so entzündet es sich, sobald es zu kochen anfängt, und brennt mit einer schwachen, unten weißen, aber an der Spitze grünen oder grünlichblauen Flamme. Das Sauerstoffgas wird absorbirt, und in die kalten Theile des Apparats sublimirt sich Selensäure, welche die Gestalt sehr langer vierseitiger Nadeln hat. Diese Säure saugt etwas Feuch-

tigkeit aus der Luft ein, so daß die Krystalle etwas an einander kleben, aber nicht zerfließen; hat einen reinen sauren Geschmack, der auf der Zunge ein schwaches Brennen zurückläßt, schmilzt in der Hitze nicht, nimmt aber an Volumen an der heißesten Stelle etwas ab und verwandelt sich in Dampf, ist im kalten Wasser sehr auflöslich und löset sich im kochenden Wasser fast in jedem Verhältnisse auf. Nach mehreren Versuchen fand Berzelius folgende Bestandtheile derselben: 71,261 Selen und 28,739 Sauerstoff.

M. s. Klaproth Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche. Th. IV. S. 721. ff. Ure's Handwörterbuch der praktischen Chemie, Artikel: Selenium.

Sicherheitslampe s. Lampe, Sicherheitslampe Th. IX. S. 635.

Sieden (Zus. z. S. 622. Th. IV.). Beym Siedpunkte des Wassers wollte Gay-Lussac *) beobachtet haben, daß einiger Unterschied in dem Thermometergrade Statt findet, wenn das Wasser in metallenen oder in gläsernen Gefäßen gekocht wird, und wenn Substanzen in Wasser gebracht werden, die von demselben unauflöslich sind. Das nämliche Wasser, welches in einem Metallgefäße bey 100° eines gegebenen Thermometers siedete, kam bey einem Glasgefäße erst bey 101°¼ zum Sieden; und fing, nachdem es aufgehört hat, von neuem zu sieden an, wenn man ein Paar Finger voll Eisenspäne hineinwarf. Herr Biot schließt daraus, daß man die Beschaffenheit des Gefäßes bestimmt angeben müsse, wenn man den Siedpunkt auf ganz sichere Umstände zurückführen wolle. Zur Prüfung dieser von Gay-Lussac gemachten Beobachtung, welche für die Wärmelehre besonders von Wichtigkeit seyn würde, stellten die Herrn Muncke und Gmelin gemeinschaftlich sehr genaue Versuche an β), welche entweder zur Bestätigung

---

*) Lehrbuch der Experimental-Physik von Biot. B. I. Leipzig 1824. 8. S. 168.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVII. S. 211 ff.

oder Widerlegung der Gay-Lussac'schen Beobachtung dienen sollten. Die Gefäße, welche sie dazu gebrauchten, waren von Kupfer, Messing, Zinn, Bley, Marmor, Silber, Platin, Porzellan, Fayance, weißem und grünem Glase; die fünf erstern hatten völlig gleiche Dimensionen, die übrigen aber verschiedene. Das Barometer zeigte am Tage der Versuche 28 Zoll 0,1 Linie bey 12° Cent. des Correctionsthermometers. Das Wasser wurde in allen Gefäßen so viel als möglich von gleicher Höhe erhalten, und zum Beobachten diente ein Thermometer mit einer auf Glas geätzten Skale, woran die einzelnen Grade etwas mehr als 1 Linie betrugen. Die sämmtlichen Gefäße wurden an derselben Stelle im Sandbade, so viel wie möglich, zu einem gleichen Grade des Siedens erhitzt. Die Resultate dieser Versuche waren der Beobachtung des Herrn Gay-Lussac nicht günstig. Sie ergaben nämlich Folgendes:

1. Die Hitze des siedenden destillirten Wassers läßt sich durch stärkeres Feuer erhöhen, so daß das Thermometer, unter übrigens gleichen Umständen, bis etwa 0°,5 Rea. mehr als den Siedpunkt zeigt.

2. Wenn die Thermometerkugel den Boden des Gefäßes berührt, insbesondere wenn sie zwischen die, in der Mitte der Medicinalgläser befindliche Erhöhung und die Wand der Gläser gesenkt wird, so steigt das Thermometer um etwa 0°,4 bis 0°,8 Reau.

3. Hineingeworfener Sand vermindert die Hitze des Wassers, und setzt den Siedpunkt desselben um einige Zehntheile eines Grades herab; ohne Zweifel, weil der Sand das Aufsteigen der Dampfblasen erleichtert. Etwas Kupferfeile, wovon ein Theil eben aufschwamm, ein anderer am Boden liegen blieb, schien keinen Einfluß zu haben.

Uebrigens zeigten sich in den verschiedenen Gefäßen folgende Unterschiede der Temperatur des Siedens über oder unter dem Siedpunkte des 80 theiligen Quecksilber-Thermometers:

In einem Gefäße aus	bey Berührung des Bodens	½ Zoll unter der Oberfläche des Wassers gehalten
Silber	− 0°,10 Rea.	− 0°,20 Reau.
Platin	− 0,10	− 0,50
Kupfer	+ 0,40	+ 0,01
Messing	+ 0,55	− 0,15
Marmor	+ 0,05	− 0,15
Bley	+ 0,20	− 0,10
Zinn	+ 0,30	− 0,10
Porzellan	+ 0,05	− 0,05
weißem Glase	+ 0,30	0,00
grünem Glase a.	+ 0,80	+ 0,60
grünem Glase b.	+ 0,30	0,00
demselben	+ 0,30	+ 0,10
Fayance	+ 0,80	+ 0,30
In ein. ird. Topfe	+ 0,80	+ 0,20

Die gesammten metallischen Gefäße waren zwar nicht spiegelnd, aber doch rein, ohne Ueberzug eines heterogenen Körpers, und metallisch-glänzend. Blos der silberne Becher hatte an einer Seite einen schwarzen Flecken. Sobald die Thermometerkugel diesen berührte, zeigte das Thermometer + 0°,50 und kehrte bey Berührung des Bodens in der Mitte sehr bald auf den angeführten Stand von − 0°,10 zurück. Nach Herrn Muncke folgt aus diesen Resultaten sehr klar, daß die Wärme durch den Boden der Gefäße dringt, sich mit dem Wasser zu Dampf verbindet, und so aufsteigt. Daß aber der so gebildete Dampf zugleich, wie jeder andere Körper, ein Wärmeleiter ist, durch welchen noch außer dem zu seiner Bildung erforderlichen Wärmestoffe eine größere oder geringere Menge von Wärmestoff fortgeleitet wird, welches gleichfalls einen Einfluß auf das Thermometer hat.

Nach der Zeit hat man wahrgenommen, daß außer dem Sande auch fein zertheilte Metalle Schwefel, Metalloxyde, Erze, Steine, Glaspulver u. s. f. den Siedpunkt des Wassers um einige Zehntheile des Wärmegrades herabsetzen; dagegen wird der Siedpunkt erhöht durch Zusatz von Harz, Kampfer, Balsamen, Honig, Schleim u. s. w.;

ungeändert bleibt derselbe durch Quecksilber, Sandarach, Drachenblut und weißes Colophonium.

Silicium (silicium) (N. A.) ist die metallische Grundlage der Kieselerde. M. s. Kieselerde. Nach den neuern Versuchen des Herrn Berzelius *) gewinnt und reducirt man dieses Metall sehr leicht, wenn man trockenes flußkieselsaures Kali mit Kalium mengt, und in einer Glasröhre über der Lampe erhitzt; noch vor dem Glühen wird das Silicium mit einem zischenden Laute und einer schwachen Feuererscheinung reducirt. Dieses so reducirte Silicium muß aber mehrere Tage ausgewaschen werden. Dies auf diese Art dargestellte Silicium enthält nun Wasserstoff, jedoch in geringer Menge, welches bey Rothglühehitze in Sauerstoffgas mit Lebhaftigkeit brennt. Wird es aber in einem bedeckten Platintiegel noch vielmehr, nach und nach bis zum Rothglühen erhitzt, so oxydirt sich der Wasserstoff, und nach dieser Durchglühung ist das Silicium im Sauerstoffgase nicht mehr entzündlich, jedoch aber im Chlorgas.

Das reine Silicium hat folgende Eigenschaften: es ist unverbrennlich, selbst im Sauerstoffgase, Wasser, Salpetersäure, Königswasser, ätzendes Kali wirken nicht darauf; Flußsäure löset, besonders beym Zusatze von Salpetersäure, etwas auf. Auf Salpetersäure wirkt es nur bey Zersetzung in heftiger Hitze; es verpufft mit kohlensaurem Kali bey anfangender Rothglühehitze, wobey sich Kohlenoxydgas entwickelt und Kohle frey wird. Mit Salpeter erhitzt, und in das Gemenge etwas trockenes kohlensaures Natron geworfen, detenirt es sogleich: Schwefeldampf über rothglühendes Silicium streichend, bringt es plötzlich zum Weißglühen. Ist die Verbindung vollständig erfolgt, welches jedoch selten geschieht; so stellt sie eine weiße erdige Masse dar, welche das Wasser mit außerordentlicher Heftigkeit zersetzt. Das Wasser löset

*) Gilbert's Annalen der Physik, herausgeg. von Poggendorf. B. LXXVII. S. 221. ff.

diese Kieselerde auf, und es entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas, und diese Auflösung läßt sich so concentrirt darstellen, daß sie während des Abrauchens coagulirt, und einen Antheil dieser Erde in Gestalt einer gemeinartigen durchsichtigen Masse absetzt. Die Verbindung des Silicium mit Kalium, mit Schwefel erhitzt, brennt lebhaft, und hinterläßt, aufgelöst, reines Silicium. In Chlorgas entzündet sich das Silicium bey Rothglühehitze, und es entsteht daraus eine ungefärbte, oder wenig gelbliche, außerordentlich flüchtige Flüssigkeit, die mit Wasser gesteht, und Kieselerde wie Gallerte absetzt. Uebrigens besitzt es keinen metallischen Glanz und leitet die Elektricität nicht.

Sonnenmikroskop (Zus. z. S. 691. Th. IV.). Dav. Brewster *) hat ein neues Sonnenmikroskop angegeben, welches sich auch achromatisch machen läßt. Es hat dasselbe folgende Einrichtung: (Fig. 27.) AB ist das Erleuchtungsglas, welches die parallelen Sonnenstrahlen auf den Gegenstand zusammen bricht. Die Objectivlinse CD ist wasserdicht in der Röhre mCDn eingekittet, welche an der Seite mit einer kleinen offenen Röhre E, und der Objectivlinse gegenüber mit einer eingekitteten ebenen Glasplatte mn versehen ist. Die Röhre wird mit Wasser oder irgend einer andern Flüssigkeit gefüllt, und der Gegenstand auf einem Schieber liegend, oder von einer Pincette gehalten, in die Flüssigkeit hineingebracht. Es ist leicht, den Schieber und die Pincette beweglich zu machen, und so den Gegenstand in die gehörige Entfernung von der Objectivlinse zu bringen; es läßt sich dies aber auch durch Verschiebung des Schirms bewirken, auf welchem das Bild aufgefangen wird. Die Glasplatte mn kann man weglassen, wenn man den ganzen Raum zwischen den beyden Glaslinsen AB und CD mit der Flüssigkeit ausfüllen will; doch würde in diesem Falle das Licht die Farbe

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 170. f.

der Flüssigkeit annehmen und dieses, wenn sie nicht ganz farbenlos ist, der Deutlichkeit des Bildes schaden.

Es ist einleuchtend, daß man von durchsichtigen Gegenständen auf diese Art weit vollkommenere Bilder, als auf die gewöhnliche Art erhalten muß. Denn es findet hiebey nicht die Undurchsichtigkeit Statt, welche durch das Einschrumpfen einzelner Theile entsteht, und die Flüssigkeit erhöhet die Durchsichtigkeit des Gegenstandes, wie das auf keine andere Weise zu bewerkstelligen ist. Gegenstände, welche in dem gewöhnlichen Sonnenmikroskope undurchsichtig zu seyn scheinen, zeigen sich hier sehr durchscheinend, und es entstehen hier alle Vortheile, welche vorhin von den Beobachtungen von Gegenständen, die in einer Flüssigkeit liegen, gerührt worden sind.

Daß sich übrigens das Sonnenmikroskop achromatisch machen lasse, erhellt aus dem Artikel: Mikroskop.

Sternschnuppen (Zus. z. S. 822. Th. IV.). Das Entstehen und Wesen dieser so häufig wahrzunehmenden Meteore ist bis auf den heutigen Tag noch sehr wenig untersucht. In den neuern Zeiten hat sich besonders der Herr Prof. Brandes gewiß mit Ruhm für die Aufhellung dieser Meteore interessirt. Er bemerkt ganz richtig, daß wir nicht gleich zuerst fragen dürfen, was die Sternschnuppen eigentlich sind? vielmehr ist es nöthig, vor allen Dingen, durch gleichzeitige Beobachtungen an verschiedenen Orten der Erde zu bestimmen, in welcher Höhe sie gesehen werden. Was zu solchen Beobachtungen erforderlich ist, hat Herr Brandes [α]) umständlich angegeben, und es ist zu wünschen, daß nach dieser Art mehrere ausgeführt würden. Einige von ihm eingeleitete haben ergeben, daß höchst wahrscheinlich die kleinsten die niedrigsten sind, und daß die Stelle, wo sie sich am schönsten ausbilden, viel höher ist, als man wohl vermuthet. In England haben John Farey und Benj. Bevan [β])

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXII. S. 284. ff.
β) *Nicholsons* journal of natural philosophy. Vol. 34. p. 298.

ein Jahr hindurch correspondirende Beobachtungen an Sternschnuppen angestellt, und diese Meteore öfters 40 bis 50 englische Meilen hoch gefunden. Farey hält Sternschnuppen und Feuerkugeln für kleine Trabanten unserer Erde. Nach Herrn Chladni's angeführter Meinung sind die Sternschnuppen eben so wie die Feuerkugeln nicht tellurischen, sondern kosmischen Ursprungs, welche von der Anziehungskraft unserer Erde ergriffen werden, mehrere Umläufe machen, und zur Erde endlich niederfallen. Was für erhebliche Einwendungen aber gegen diese Meinung gemacht werden können, findet man in dem Artikel: Meteorsteine. H. Davy schließt aus seinen Untersuchungen über die Flamme, daß das Licht der Sternschnuppen nicht von einem Entflammen elastischer Flüssigkeiten herrühren könne, sondern daß es auf dem Glühen fester Körper beruhen müsse. Diese Körper bewegten sich auf jeden Fall mit einer ungeheuren Geschwindigkeit, bey der sie fähig wären, in der allerdünnesten Luft eine Verdichtung zu bewirken, welche hinreiche, aus ihr hinlänglich viele Wärme zu entbinden, um diese Körper zu entzünden. Man werde daher alle diese Erscheinungen erklären können, wenn man annehme, daß die Sternschnuppen kleine feste Körper seyn, welche sich um die Erde in sehr excentrischen Bahneu bewegten und sich blos dann entzündeten, wenn sie mit unermeßlicher Geschwindigkeit durch die obern Theile der Atmosphäre hindurch zögen.

So wenig man von der wahren Beschaffenheit dieser und ähnlicher Meteore bis jetzt kennt, so scheint es doch, daß man aus mehreren angestellten Beobachtungen annehmen könne, daß sie wirkliche Erzeugnisse in unserer Atmosphäre wären. Nach meinen eigenen sehr vielfältigen Erfahrungen ereignen sich Sternschnuppen, fliegende Drachen, Irrwische u. dergl. in denjenigen Gegenden, welche niedrig liegen, und lange Zeit, besonders im Winter und Frühjahre mit Wasser überschwemmt sind, gerade in der größten Menge. Es scheinen daher die

Ausdünstungen an diesen Orten den eigentlichen und wahren Stoff dieser Meteore herzugeben. Auf welche Art sie aber in der Luft entzündet werden, das ist so ausgemacht noch nicht.

Stickstoff (Zus. z. S. 724. Th. VI.). Girtanner's hier angeführte Meinung, daß der Stickstoff aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sey, hat noch vor einigen Jahren Herr Miers durch eine Reihe von Versuchen zu vertheidigen gesucht. In einer Abhandlung [α]) suchte er zu zeigen, daß die Annahme: der Stickstoff sey aus 1 Atom Sauerstoff und 6 Atom Wasserstoff zusammengesetzt, sehr wohl mit der Theorie der bestimmten Mischungsverhältnisse zusammenstimmen, und daß die Gewichte der verschiedenen Atomen von denjenigen Verbindungen, in welcher der Stickstoff als Bestandtheil eingeht, ganz dieselben blieben, wie jetzt, da man den Stickstoff als einen einfachen Körper betrachte. Diese seine Meinung suchte er nach der Zeit [β]) durch direkte Versuche zu beweisen. Er war bemüht, dem Wasser einen Theil seines Sauerstoffs zu entziehen, und es dadurch in Stickstoff zu verwandeln. Vorzüglich sollte hiezu der Schwefelwasserstoff dienen. Er ließ daher ein Gemenge aus Wasserdampf und Schwefel-Wasserstoffgas durch eine glühende kupferne Röhre streichen. In dem einen Versuche hatte alles Gas, welches überging, die Eigenschaften der atmosphärischen Luft, und war ein Gemenge aus 80 Theilen Stickgas und 20 Theilen Sauerstoffgas. In einem andern Versuche glaubte er dadurch ein Gas zu erhalten, welches in einer Verbindung des Schwefels mit Stickstoff bestehe, und in demselben 52,65 Schwefel und 47,35 Stickstoff enthalten sey. In einem noch andern Versuche war das Resultat eine gasförmige Substanz, welche die Eigenschaften einer Säure hatte. Wasser absorbirte sein doppeltes Volumen von demselben.

α) *Thomson's* Annals of philosophy. p. 364. sqq.
β) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. IV. S. 180. ff. S. 260. ff.

Mit Kali bildete es eine schwarze, unauflösliche Zusammensetzung, welche von keiner andern Säure zersetzt wurde. In einem noch fernern Versuche erhielt er ein gasförmiges Produkt, welchem er den Namen des unbekannten Gas gab. Es schien ihm aus zwey Theilen Schwefel, welche den Elementen von einem Theile Antimonium verbunden sind, zu bestehen. Nachdem dieses letztere Gas in einer Flasche eine Zeitlang verschlossen gewesen war, drang beym Oeffnen derselben die Luft mit großer Heftigkeit hinein, und das Innere derselben fand sich bey genauerer Untersuchung mit einer großen Menge weißer glänzenden Krystalle belegt, deren Beschaffenheit aber nicht weiter untersucht wurde. Miers giebt übrigens seinen Versuchen zu Folge das Verhältniß der Bestandtheile des Stickgas folgender Maaßen an: 35,6 Sauerstoff und 44,4 Wasserstoff. Aus der Anführung der Versuche des Herrn Miers erhellt, daß die daher entstandenen Resultate keineswegs constant sind, ob sie gleich alle auf gleiche Art angestellt wurden. Es scheinen also seine daraus gezogenen Folgen kein großes Zutrauen zu verdienen.

Allein schon mehrere Jahre vor Miers wollte H. Davy *) bey mehreren Versuchen, besonders bey der Wirkung des Kaliums auf Ammonium gefunden haben, daß ein Verlust an Stickgas, dagegen eine scheinbare Erzeugung von Sauerstoff und Wasserstoff Statt finde; im Gegentheil in andern Fällen, besonders bey der Wirkung des Wassers auf diejenige Substanz, welche aus Kalium und Ammonium gebildet ist, gerade das entgegengesetzte erfolgt, oder Stickgas gebildet werde, fand er es wahrscheinlich, daß das Stickgas entweder eine Zusammensetzung aus Wasserstoff und einer größern Menge Sauerstoff, als im Wasserstoff enthalten ist, sey; oder daß das Wasser die ponderable Basis des Stickgas, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas sey.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 167 ff.

Die Herren Gay-Lussac und Thenard [α]) wiederholten Davy's Versuche, fanden aber die daraus gezogenen Folgen für ungegründet, vielmehr behaupteten sie, daß man bis jetzt den Stickstoff noch immer für einen einfachen Körper zu nehmen habe, und nicht für eine Verbindung von Sauerstoff mit Wasserstoff.

Nach Herrn Berzelius sind aber auch die Versuche der Herren Gay-Lussac und Thenard über den Stickstoff nicht genügend.

H. Davy hat nach der Zeit die vorhin angeführte Meinung von der Zusammensetzung des Stickstoffs dahin abgeändert, daß er eine Verbindung eines unbekannten Stoffes mit Sauerstoff sey, und sich von dem Wasserstoffe nur durch das größere Verhältniß des letztern unterscheide, und zwar wenn man ein Verhältniß Basis gegen 5 Sauerstoff im Wasserstoffe annimmt, man wenigstens 25 Sauerstoff gegen ein Verhältniß-Basis im Stickstoffe werde annehmen müssen [β]).

Herr Berzelius [γ]) schloß aus den Versuchen über die Zusammensetzung der salpetersauren Bleysalze, daß die Zusammensetzung des Stickstoffs nicht mehr eine bloße Hypothese sey, sondern daß sie, wenn man nur die Richtigkeit der Lehre von den chemischen Proportionen zugebe, als eine völlig erwiesene chemische Wahrheit angesehen werden könne. Nach seiner Meinung ist der Stickstoff zusammengesetzt aus Sauerstoff und einem eigenen, brennbaren Körper, welchen er Nitricum nennt. Die erste Oxydationsstuffe dieses Körpers ist das Stickgas, und der Stickstoff ist dem Gewichte nach zusammengesetzt aus

Nitricum	44,32
Sauerstoff	55,68
	100,00

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 186.
β) Davy's Elemente des chemischen Theils der Naturwissenschaften übers. von F. Wolff. B. I. S. 209. f.
γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVI. S. 148. f.

Herr Gay-Lussac setzt den Stickstoff in eine Classe mit dem Sauerstoff, dem Jod, dem Chlor und dem Schwefel. Denn die Salpetersäure habe wirklich sehr viel ähnliches mit der Jodsäure und Chlorsäure, durch ihre leichte Zersetzbarkeit, und weil auch in ihr der Stickstoff mit 2½ Mal seinem Volumen Sauerstoff vereinigt sey, gerade so wie die Basis in diesen Säuren. Die salpetersauren Salze würden in der Hitze eben so zersetzt, als die Jodsauren Salze. Zwar sey kein Oxyd bekannt, aus welchem der Stickstoff den Sauerstoff austreibe; daraus sey indeß bloß zu schließen, daß er eine weit geringere Kraft als der Sauerstoff besitze. Mit dem Jod und Chlor bilde der Stickstoff äußerst leicht zersetzbare Verbindungen; ein Beweis, daß er nur wenig Verwandtschaft zu ihnen besitze, und der Natur seiner Kraft nach ihnen nahe stehe. Daß seine Verbindung mit dem Wasserstoff keine Säure sey, komme daher, weil das Ammoniak 3 Raumtheile Wasserstoff gegen 1 Raumtheil Stickstoff in sich schließe, und zur Bildung einer Säure wahrscheinlich gleiche Raumtheile von beyden erfordert würden.

Dagegen meint Herr Ure, daß gerade von seiner geringen Neigung zu Verbindungen, und von dem Umstände, daß man ihn in den Organen solcher Thiere reichlich antreffe, welche von Substanzen leben, die gar keinen Stickstoff enthalten, die stärksten Beweisgründe für seine Zusammensetzung hergenommen wären. Was für eine Funktion ihm eigentlich in der Natur angewiesen sey, habe man noch wenig zu erforschen vermocht. Daraus erhelle es denn auch, daß die wahre chemische Natur desselben noch unbekannt sey. Herr Doebereiner bemerkt aber hiebey ganz richtig, daß alle jene Thiere athmeten, und daher den Stickstoff aus der eingeathmeten Luft aufnehmen könnten.

Aus diesen wichtigen Untersuchungen der größten Chemiker geht hervor, daß die wahre Eigenschaft des Stick-

stoffs bey weitem noch nicht erforscht ist, ob er gleich in der ganzen Natur eine der wichtigsten Rollen spielt.

Der Stickstoff verbindet sich mit Chlor und Jod zu zwey äußerst furchtbaren Zusammensetzungen. Die erstere, Stickstoffchlorid, wurde vom Herrn Dulong zu Anfange des Jahres 1812 entdeckt, und Eigenschaften besonders von H. Davy näher entwickelt. Man gewinnt diese Substanz auf folgende Art: In eine porzellanene Abdampfschale bringe man eine Auflösung von 1 Theile salpetersaurem oder salzsauren Ammonium in 10 Theilen Wasser, erhitze die Auflösung und stürze sie in ein mit Chlor gefülltes mit weiter Oeffnung versehenes Gefäß um. So wie die Flüssigkeit durch die Verdichtung des Gases aufsteigt, bemerkt mau auf ihrer Oberfläche schwimmende Tropfen von ölartigen Ansehen, die sich nach und nach unter einander verbinden und in großen Kügelchen zu Boden fallen. Dies ist das Stickstoffchlorid. Es hat dasselbe in dieser flüssigen Gestalt eine gelbe Farbe und einen sehr stechenden unangenehmen Geruch. Sein specifisches Gewicht ist 1,658. Man darf dasselbe nur nur in sehr kleiner Quantität darstellen. Wird in ein Glas, worin sich dies Stickstoffchlorid befindet, lauwarmes Wasser geschüttet, so entwickelt es sich zu einer elastischen Flüssigkeit von orangengelber Farbe, welche aber abnimmt, so wie das Gas durchs Wasser streicht. Die Stärke der Explosion dieses Chlorids, selbst in der kleinsten Masse etwa von der Größe eines Senfkorns, scheint größer zu seyn, als bey jeder andern bis jetzt bekannten Substanz, selbst das ammonialische Knallsilber nicht ausgenommen. Wurde ein ganz kleines Kügelchen in einem Platislöffel befindlich mit einem Stückchen Phosphor an der Spitze eines Federmessers berührt, so wurde augenblicklich von der Explosion die Klinge in kleine Stückchen zerschmettert. Die Herrn Porret, Wilson und Rupert Kirk haben mit mehreren Substanzen die Berührung mit dem Stickstoffchlorid versucht, und be-

sonders viele ölartige Körper gefunden, welche damit eine Explosion bewirkten.

Die andere Verbinduug, das Stickstoffjodid, wurde von Courtois entdeckt, und von Colin genau untersucht. Das Jod geht mit dem Stickstoffe keine unmittelbare Verbindung ein. Will man eine solche bewirken, so muß man dazu das Ammonium gebrauchen. Wenn man nämlich Ammoniumgas über Jod streichen läßt, so bildet sich augenblicklich eine klebrige glänzende Feuchtigkeit, von bräunlich schwarzer Farbe, welche im Verhältnisse, wie sie mit Ammonium gesättigt wird, ihren Glanz und ihre Zähigkeit verliert. Während der Bildung dieser Flüssigkeit entwickelt sich kein Gas. Löst man hierauf diese Verbindung des Jod's mit dem Stickstoff im Wasser auf, so zersetzt sich ein Theil von Ammonium; ihr Wasserstoff bildet Jodwasserstoffsäure, und ihr Stickstoff verbindet sich mit einem Theile des Jod's zu Knalljod. Unmittelbar gewinnt man das Stickstoffjod, wenn man fein gepulvertes Jod in eine Auflösung des Ammoniums schüttet. Dies ist der beste Weg, das Knalljod darzustellen; denn das Wasser wird nicht zersetzt, und scheint zur Erzeugung dieses Jodid's nur auf die Weise beyzutragen, daß es die Bildung von jodwasserstoffsaurem Ammonium bewirkt.

Das Stickstoffjodid ist pulverig und von schwarzbrauner Farbe. Durch den geringsten Stoß und selbst durch Wärme allein explodirt es mit einem schwach violet gefärbten Dunste. Wird es gehörig zubereitet, so detenirt es oft freywillig. Man muß daher, wenn sich das schwarze Pulver gebildet hat und das flüssige Ammonium abgeschüttet worden ist, die Schaale, worin dieß Pulver enthalten ist, in vollkommener Ruhe lassen.

Bringt man dieses Jodid in Kalilauge, so entweicht sogleich das Stickgas, und man findet in der Auflösung dieselben Produkte, welche das Jod mit diesem Alkali hervorbringt. Das jodwasserstoffsaure Ammonium, welches das Vermögen hat, eine große Menge Jod aufzu-

lösen; zersetzt nach und nach das Stickstoffjodid, und es entweicht Stickgas. Dieselbe Wirkung bringt das Wasser, wiewohl in einem schwächern Grade hervor. Hieraus erhellet, daß die Grundbestandtheile des Stickstoffjodid's sehr schwach mit einander verbunden sind; daher muß man auch diese Substanz nur mit der größten Vorsicht bereiten, und sie nicht aufbewahren.

Gay-Lussac berechnet das Verhältniß der Bestandtheile im Stickstoffjodid dem Gewichte nach 5,3544 Stickstoff gegen 156,21 Jod, und dem Volumen nach, wie 1 Stickstoff gegen 3 Jod.

M. s. Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche von Klaproth und Fr. Wolff. Artikel: Stickgas und Jode. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Weimar 1825. Artikel: Stickstoff.

Stöchiometrie (von dem griechischen Worte στοιχεῖον, das, was sich nicht zergliedern läßt, elementarisch, und μετρέω, messen), (Meßkunst chemischer Elemente) ist derjenige Theil der Chemie, welcher uns quantitative Verhältnisse, in welchen sich die chemischen Elemente verbinden, oder gegenseitig abscheiden, zu finden lehrt. Aus dem Begriffe der gegenseitigen Abscheidung geht der des Ersetzens, des Gleichgeltens in Hinsicht der chemischen Thätigkeit, hervor; denn der abgeschiedene Stoff wird durch den abscheidenden ersetzt, d. h. dieser vermag eine eben so viel geltende Kraft, als jener, zu entwickeln oder zu hemmen, er ist ein Aequivalent für den abgeschiedenen; dieserwegen nennt man auch die Stöchiometrie die Lehre von den chemischen Aequivalenten.

So wie in jeder mathematischen Aufgabe Größen gegeben seyn müssen, um sie entweder mit einander zu vergleichen, oder aus selbigen neue zu finden; so müssen die Aufgaben der Stöchiometrie genaue quantitative Versuche zum Grunde liegen, welche anzustellen die analytische Chemie lehrt. Aus dieser Ursache konnte auch nur in neuerer Zeit, wo man bey analytischen Untersuchungen auf Maas- und Gewichtsbestimmungen eine größere Auf-

merksamkeit und mehr Fleiß, als in den ältern Zeiten verwendete, die Stöchiometrie zu einem ziemlichen Grad der Sicherheit gelangen und unter sehr einfache Gesetze gebracht werden, welche von den frühern eines Richter's, gleichsam des Schöpfers dieses Zweiges der Chemie, eben durch ihre Einfachheit ungemein abstehen. Inzwischen dehnen auch die neuern Chemiker das Feld der Stöchiometrie bey weitem nicht so weit aus, als Richter, welcher, wie später Meinecke, die Bestimmung der Qualitäten nach mathematischen Gesetzen ebenfalls der Stöchiometrie einverleibte.

Wenn ein Stoff A mit einer bestimmten Vereinigungskraft auf B wirkt, und sich mit ihm in einem Verhältnisse der Kräfte (a : b) so verbindet, daß beyde Kräfte sich gleichsam aufheben, mithin keine der einzelnen Eigenschaften eines jeden Stoffes hervorsticht, so daß sich diese Eigenschaften zu mehr oder minder mittleren ausgleichen; so nennen wir die Zusammensetzung neutral. Neutrale Verbindungen von A, wenn A z. B. eine Säure, B aber und B′, B″ u. s. w. eine Basis bedeutet, lassen sich viele denken, eben mit B, B′, B″ u. s. w.; B′, B″ u. s. w. müssen aber dem A gleiche Kräfte, wie B, entgegensetzen, um die Kraft des A aufzuheben, d. h. die Kräfteverhältnisse: a : b, a : b′, a : b″ u. s. w. müssen unter sich gleich seyn. Eben so lassen sich viele Verbindungen der Basis B denken mit den Säuren A, A′, A″ u. s. f., in welchem Falle wiederum die Kräfteverhältnisse a : b, a′ : b, a″ : b u. s. f. sich gleich seyn müssen. Daher kann man schließen: jeder Stoff verlangt von jedem andern heterogenen Stoffe, um mit ihm in eine weitere Verbindung einzugehn, eine bestimmte Quantität von chemischer Kraftäußerung, und diese ist für jeden stets dieselbe.

Gesetzt, man brächte um die neutralen Verbindungen A + B und A′ + B′ in Berührung und sie zersetzten sich, es wäre von der Verbindung A + B gerade so viel Masse vorhanden, daß A von B′ der andern Verbindung neutralisirt würde; so muß, wenn anders A′ und B sich ver-

binden, diese Verbindung auch neutral seyn. Es ist nämlich das Verhältniß der Kraftäußerung in $A+B$, $A'+B'$, $A+B'$, $A'+B$ gleich; denn $A+B$ sind verbunden wie $a:b$, und A und B' verbinden sich nach der Voraussetzung neutral wie $a:b'$; es ist daher $a:b=a:b'$; $a:b'$ ist aber auch $=a':b'$, denn sonst könnte das A das A' nicht aufwiegen. Aus $a:b=a:b'$ folgt, daß $b=b'$ ist, und es muß also auch $a':b'=a':b$, d. h. $A'+B$ auch neutral seyn. Auf gleiche Weise zersetzen sich $A+B'$ und $A''+B$ oder $A'+B'$ und $A''+B''$. Da man sich unter solcher Form nun jede neutrale Verbindung denken kann, so geht hieraus das Gesetz, welches auch fast in allen Fällen die Natur bestätigt, hervor: **daß sich neutrale Verbindungen, wenn sie sich anders zersetzen und in gehörigen Quantitäten gemischt werden, stets wieder zu neutralen Verbindungen zersetzen.**

Um ein bestimmtes Maas für die chemische Wirksamkeit zu besitzen, müssen wir entweder das Gewicht der Stoffe oder ihren Raum zu bestimmen suchen; denn es ist ganz einleuchtend, daß 2 Gewichtstheile oder 2 Raumtheile von einer Säure A doppelt so viel Basis sättigen, als 1 Gewichtstheil oder 1 Raumtheil. Sind uns nun die heterogenen Stoffe einiger neutralen Verbindungen bekannt, so lassen sich andere neutrale Verbindungen mit der Lehre der geometrischen Proportionen bestimmen. Wäre z. B.

$A:B=a:b$ $\qquad\qquad$ $A:B=a:b$
$A':B=a':b$ oder was einerley ist $B:A'=b:a'$
$A':B'=a':b'$ $\qquad\qquad$ $A':B'=a':b'$

so verhält sich auch $A:B'=a:b'$, in welchem Verhältnisse wir an Statt der Kräfte a und b' die Gewichts- oder Raumtheile substituiren können. Nehmen wir zur Erläuterung die gegenseitige Zersetzung des schwefelsauren Kali mit salzsaurem Baryt; so sey A die Salzsäure, A' die Schwefelsäure, B der Baryt und B' das Kali, so verhält sich

$A' : B' = 100 : 117,72$
$B' : A = 117,72 : 68,37$
$A : B = 68,37 : 190,91$

und die neutrale Verbindung aus A′ mit B (schwefelsaurer Baryt) muß aus 100 Schwefelsäure und 190,91 Bariumoxyd bestehen, was mit Berzelius Analyse bis auf 0,21 zusammenstimmt, welcher 191,12 Bariumoxyd angiebt.

Aus dem Vorhergehenden ist es deutlich, daß a, a′, a″ u. s. w. sich gleich sind, so wie b, b′, b″ u. s. w. sich ebenfalls gleich seyn müssen, wofür wir allemal die Masse einer Säure oder Basis substituiren können, die jene Wirkung hervorbringt. Ist dieses aber der Fall, so müssen sich die Gewichtsmengen zweyer Säuren stets gleich verhalten, sie mögen mit was immer für eine Basis Neutralsalze bilden; so wie auch das Verhältniß zweyer Basen, welche sich mit demselben Mengen derselben Säuren neutral verbinden, stets dasselbe bleiben muß. So sättigen 84,94 Schwefelsäure und 58,08 Salzsäure jede 100 Kali, und 52,36 Schwefelsäure und 35,81 Salzsäure jede 100 Baryterde: Es verhalten sich aber 84,94 : 58,08 = 52,36 : 35,803. Eben so sättigen 73,19 Kupferoxyd und 57,73 Natron jedes 100 Salpetersäure, und 111,104 Kupferoxyd und 87,617 Natron jedes 100 Phosphorsäure: es verhält sich aber 73,19 : 57,73 = 111,104 : 87,63.

Hieraus folgt, daß man alle neutrale Verbindungen zwischen Säuren und Basen berechnen könne, wenn diejenigen einer Säure mit allen Basen, so wie die einer Basis mit allen Säuren bekannt sind. Gesetzt z. B. man wüßte, es verbänden sich

mit 100 Salpetersäure	87,09	Kali
— — — —	57,73	Natron
— — — —	52,57	Kalkerde
— — — —	214,36	Silberoxyd u. s. w. und
mit 100 Kali	114,82	Salpetersäure
— — — —	84,94	Schwefelsäure

mit 100 Kali 75,62 Phosphorsäure
— — 122,12 Arseniksäure u. s. w.
so könnten wir schließen 87,09 Kali: 57,73 Natron = 100 Kali: derjenigen Menge Natron, welche 114,82 Salpetersäure, 84,94 Schwefelsäure, 75,62 Phosphorsäure u. s. f. sättiget, welches $\frac{5773}{87,09}$ = 66,29 u. s. f ist. Nimmt man nun eine beliebige Säure, mit Richter z. B. die Schwefelsäure (oder auch eine beliebige Basis) zur Einheit an, so läßt sich für jede Säure eine Zahl finden, welche die Masse ausdruckt, die nothwendig ist, um mit einer Basis, deren Massen-Zahl ebenfalls auf die Zahl der Schwefelsäure zurückgeführt ist, eine neutrale Verbindung einzugehen. Und diese Zahlen geben die Richter'schen Maßenreihen. Obige Stoffe würden hiernach folgende Zahlen haben:

Phosphorsäure	= 82,02	Kalkerde	= 71,02
Schwefelsäure	= 100,00	Natron	= 77,99
Salpetersäure	= 135,17	Kali	= 117,72
Arseniksäure	= 143,77	Silberoxyd	= 289,71

und mittelst dieser Zahlen wären uns die einzig möglichen 16 neutralen Verbindungen dieser Stoffe ihrem Mischungsverhältnisse nach bekannt.

Allein die Säuren und Basen sind, wie die neuere Chemie gelehrt hat, selbst noch zusammengesetzt, und es war daher zu vermuthen, daß auch zwischen den einfachsten Stoffen eine chemische Mischung nach bestimmten Gesetzen Statt finden müsse. Man fand, daß, wenn man z. B. die Verbindung des Wasserstoffgases mit Schwefel durch Metallauflösungen streichen ließ, das Metall reducirt und mit dem Schwefel verbunden werde, während das Wasserstoffgas sich mit dem Sauerstoffgase, das mit dem Metalle verbunden war, verbindet, ohne daß sich eine der Gasarten frey entwickelte. Das Wasserstoffgas also und das Metall erforderten gleiche Mengen Sauerstoff und Schwefel, um in bestimmte chemische Verbindungen mit ihnen einzugehen: es verhält sich also der Schwefel des Schwefelwasserstoffgases zum Sauer

stoff des Wassers, wie der Schwefel eines Schwefelmetalls zu dem Sauerstoffe des Oxyds desselben Metalles. Nehmen wir dies Gesetz als allgemein gültig an, wie es denn durch die Erfahrung auch meistentheils bestätigt wird; so gelangen wir zu den Verhältnißzahlen der einfachen Stoffe, und mittelst dieser ebenfalls zu den zusammengesetzteren, wovon eben schon einige angeführt sind. Um nur ein Beyspiel von den Nutzen dieses Gesetzes anzuführen, erwähne ich die Bestimmung des Sauerstoffgehalts der Titansäure von H. Rose. Er verwandelte eine bestimmte Menge der Titansäure (= A) in Schwefeltitan, welches gewogen = B ist. S sey die Verhältnißzahl des Schwefels, O die des Sauerstoffs, x die Menge Sauerstoff in A, y die Menge Schwefel in B, M das Metall in A und B, so ist $A - M = x$ und $B \quad M = y$. Es verhält sich aber $S : O = y : x$, oder $S : O = B - M : A - M$. Subtrahirt man das das zweyte Glied vom ersten, so ergiebt sich $S - O : O = B - A : A - M = B - A : x$, mithin $x = \frac{(B - A)\,O}{S - O}$. Daß man auf ähnliche Weise $M = \frac{SA - OB}{S - O}$ findet, erhellt leicht. Indeß beruhet die Berechnung, wie weiter unten gezeigt werden wird, noch auf einer Voraussetzung.

Gäbe es nur Eine chemische Verbindung zwischen je zwey Körpern, und diese wäre neutral; so wären die Verhältnißzahlen, wie schon angeführt worden, leicht zu finden und die Grenzen der Stöchiometrie schon abgesteckt; allein sie verbinden sich in mehreren Verhältnissen mit einander, und oft zu Zusammensetzungen, worein viele einfachere eingehen. Die Erfahrung lehrt, daß sich in den meisten Zusammensetzungen ein Stoff A mit B, in den sehr einfachen Verhältnissen mit B, 2 B, 3 B, 4 B u. s. f. oder B mit A, 2 A, 3 A, 4 A u. s. f. verbindet. Nähmen wir die Menge eines Stoffes A als Einheit an in einer Verbindung mit B, und es gäbe noch andere, als 2 A + B, 3 A + B u. s. f.; so müssen die Gewichts-

größen A, 2 A, 3 A u. s. f. ein gemeinschaftliches Maas haben. Wären daher die Gewichtsgrößen gegeben, so läßt sich daraus das gemeinschaftliche Maas, und mittelst dieses die Coefficienten für A finden. Wäre uns aber die niedrigste Verbindungsstuffe des A mit B bekannt, so würde diese die höhere von A durch Multiplikation des A mit den natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. s. f. bestimmen. Sehr häufig ist indessen diese niedrigste Stufe nur eingebildet, so wie denn auch Mittelglieder eingebildet seyn können; dann muß freylich die vorerwähnte Methode, die Coefficienten zu finden, welche zuerst von Herrn Prof. Bischof in seinem Lehrbuche der Stöchiometrie angewendet wurde, benutzt werden. Die Coefficienten zeigen dann die Antheile an, mit welchen A oder B oder irgend ein anderer Stoff in eine Verbindung eingeht. Dies gilt nicht blos für die Antheile (Atome, Mischungsverhältnisse, Aequivalente) der einfachen, sondern auch von denen der zusammengesetzten Stoffe. Vergleichen wir nun zwey Stoffe in Hinsicht auf einen dritten, so müssen wir diejenigen Verbindungen anwenden, welche auf gleicher Stufe stehen. So nahm Rose bey Bestimmung des Sauerstoffgehalts der Titansäure an, daß Schwefeltitan auf derselben Verbindungsstufe stehe, d. h. daß das Titan eben so viele Antheile Schwefel aufnehme, als es Antheile Sauerstoff besaß.

Einzelne Beyspiele werden hinreichen zu zeigen, wie man die Antheile einfacher Stoffe in Zahlen findet:

Die Zahl eines Antheiles des Zinnes aus dessen Oxyden zu finden: — 100 Theile Zinn verbinden sich mit 27,2, mit 20,3 und mit 13,59 Theilen Sauerstoff. Diese Zahlen verhalten sich wie 2 : 3 : 4 und ihr gemeinschaftliches Maas ist = 6,8. Die Verbindung von 100 Theilen Zinn mit 6,8 Theilen Sauerstoff wäre also die Verbindung der ersten Stufe, wenn sie bestände. Setzen wir den Sauerstoff = 100, so verhält sich 6,8 : 100 = 100 : x, und man findet $x = \frac{10000}{68} = 1470,59$ = der Zahl des Zinnes. Auf die nämliche Art erhält man dieselbe,

nur in den Decimalstellen verschiedene, Zahl, wenn man sie aus den verschiedenen Schwefelungsstufen des Zinnes berechnet, welche aber noch nicht genau genug durch chemische Analyse bestimmt sind.

Die Zahl eines Antheils Kohle aus ihren Verbindungen mit Sauerstoff und aus denen mit Wasserstoff zu finden: — In Kohlenoxydgas verbinden sich mit 100 Kohle 132,77 Sauerstoff, in der Oxalsäure mit 100 Kohle 199,13 Sauerstoff, und in der Kohlensäure mit 100 Kohle 265,49 Sauerstoff. 132,77, 199,13 und 265,49 verhalten sich aber wieder wie 2 : 3 : 4, und die eingebildete Verbindung der ersten Stufe muß aus 100 Kohle und 66,38 Sauerstoff bestehen. Dann verhalten sich aber $66{,}38 : 100 = 100 : \frac{10000}{66{,}38}$, oder wie 100 : 150,647, welche letzte Zahl doppelt so groß ist, als diejenige, welche Berzelius für einen Antheil Kohle angiebt. Darum vergleichen wir die Zahl aus andern Verbindungen berechnet. 100 Kohle verbinden sich mit 8,30 Wasserstoff (eine von Dalton entdeckte Verbindung), mit 16,49 und mit 33,03 Wasserstoff. 8,30, 16,49 und 33,03 verhalten sich wie 1 : 2 : 4. Das dritte Glied also, eine analoge Verbinden mit der Oxalsäure, fehlt. Es verhält sich aber 8,30 : 100 = 12,4886 (die stöchiometrische Zahl des Wasserstoffs) : $\frac{124886}{830} = 12{,}4886 : 150{,}46$.

Nicht alle einfache Stoffe lassen sich auf diese Weise mit Bestimmtheit in Zahlen ausdrucken, weil von manchen nur Eine Verbindung bekannt ist, von welcher man dann der Analogie nach auf ihre stöchiometrische Zusammensetzung schließen muß. Hier könnte uns dann vielleicht Mitscherlich's Lehre von dem Isomorphismus (s. Art. Krystallisation. B. IX. S. 573.), wenn dergleichen Verbindungen krystallisirt vorkommen, leiten. Auf diese Lehre bauend, bestimmte Rose die Zahl eines Antheils Titan, welches, da es, wie das Zinnoxyd, in denselben primitiven und sekundären Formen krystallisirt vorkommt, und auch analoge Verbindungen eingeht, vier

Antheile Sauerstoff enthalten müßte. Besteht nun die Titansäure aus 66,05 Titan und 33,95 Sauerstoff, so verhält sich $\frac{33,95}{4} : 100 = 66,05 :$ der stöchiometrischen Zahl des Titans, welche 778,2 ist.

Bey dieser Berechnung ist mit Berzelius angenommen, daß der brennbare Bestandtheil einer chemischen Mischung stets als Ein Antheil betrachtet werden müsse, während der Sauerstoff oder die ihn ersetzenden Stoffe in weniger oder mehreren Antheilen mit jenem verbunden sind. Ob dise Voraussetzung richtig sey, ob sich nicht einfache Stoffe A und B wie 2 : 3 oder in andern Verhältnissen vereinigen, ist noch auszumachen. Es leuchtet jedoch ein, daß man auch, unbeschadet der Richtigkeit der Rechnung, den Sauerstoff als einen solchen Stoff annehmen könne, der nur stets mit Einem Antheile in eine Verbindung eingeht. Alsdann folgen die Verhältnißzahlen der einzelnen Verbindungsstufen umgekehrt; denn verbände sich mit A, B, 2 B, 3 B u. s. f. so müssen auch $\frac{1}{3}$ A, $\frac{1}{2}$ A, A mit B dieselben Verbindungen seyn. Nehmen wir $\frac{A}{3}$ als Einen Antheil, so ist $\frac{A}{2}$ $1\frac{1}{2}$ Antheile und A drey Antheile d. h. in der Verbindung der höchsten Stufe geht die kleinste Anzahl von Antheilen brennbarer Stoffe ein, und immer mehr Antheile, je niedriger die Verbindung ist. Das Zinn z. B. verbindet sich mit 100 Theilen Sauerstoff in folgenden Verhältnissen 367,65; 490,2; 735,3, welche Zahlen sich verhalten $= 1 : \frac{4}{3} : 2 = 3 : 4 : 6$. Die Zinnsäure bestände hiernach aus 1 Antheile Sauerstoff und 3 Antheilen Zinn, während das bis jetzt bekannte niedrigste Oxyd des Zinnes aus 1 Antheile Sauerstoff und 6 Antheilen Zinn bestände, und die stöchiometrische Zahl eines Antheiles Zinnes würde $\frac{367,65}{3} = \frac{490,2}{4} = \frac{735,3}{6} = 122,55$ seyn. Die erstere Ansicht ist jedoch gebräuchlicher und auch einfacher, weil der Antheile des Sauerstoffs weniger sind, als die brennbaren

Stoffe nach letzterer Ansicht. Ueberdies ist die Berechnung der Zahlen nach beyden Ansichten zu leicht, als daß es nöthig wäre, nähere Bestimmungen anzuführen. Der erstern, als der gebräuchlichern, folgend, mögen hier zwey Tabellen Platz finden, von denen die erstere die Namen der einfachen Stoffe, ihre Zeichen und ihre stöchiometrische Zahl, die andere die Angabe enthält, wie viel Antheile Sauerstoff ein brennbarer Stoff in seinen verschiedenen Oxydationsstufen aufnimmt. Mittelst dieser beyden Tafeln, welche mit einigen wenigen Ausnahmen von Berzelius herrühren, ist es leicht, jedes Oxyd in Hunderttheilen zu bestimmen.

Tafel I.

Namen der einfachen Körper.	Zeichen derselben.	relatives Gewicht Eines Antheils.	Namen der einfachen Körper.	Zeich. derselben.	relatives Gewicht Eines Antheils.
Oxygenium	O.	100,000	Iridium	Ir.	603,480
Sulphur	S.	201,160	Osmium	Os.	
Phosphor	P.	393,700	Rhodium	R.	1490,313
Carbonicum	C.	150,647	Palladium	Pl.	1407,855
Nitricum	Ni.	77,036	Argentum	Ag.	2703,433
Hydrogenium	H.	12,4886	Hydrargyrum	Hy.	2510,050
Chlorin	Cl.	442,650	Cuprum	Cu.	791,390
Jodin	J.	1567,097	Stannum	Sn.	1470,580
Fluorin	F.	232,500	Plumbum	Pb.	2589,332
Selenium	Se.	495,920	Ferrum	Fe.	678,887
Boron	B.	350,055	Zincum	Zn.	819,672
Kalium	K.	979,830	Kadmium	Ka.	1393,540
Natrium	N.	581,840	Niccolum	Ni.	1113,837
Lithium	L.	255,630	Cobaltum	Co.	737,436
Calcium	Ca.	512,060	Bismuthum	Bi.	1773,993
Barium	Ba.	1714,420	Stibium	Sb.	1803,440
Strontium	Sr.	1094,498	Arsenicum	As.	904,200
Magnesium	Ms.	475,116	Manganium	Mn.	711,237
Silicium	Si.	296,420	Molybdaenum	Mo.	598,444
Aluminium	Al.	342,030	Wolframium	W.	1207,730
Zirconium	Zr.	987,880	Uranium	U.	5396,654
Thorinium	T.		Titanium	Ti.	778,200
Beryllium	Be.	662,464	Tellurium	Te.	807,144
Yttrium	Y.	805,140	Chromium	Ch.	701,101
Aurum	Au.	2486,000	Cerium	Ce.	1148,765
Platinum	Pt.	2431,906	Tantalum	Ta.	3646,160

Tafel II.

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältnisse der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Acidum subsulphorosum	$S + O$, od. nach G. L. $S + 2O$	1 : 1 od. 2 : 2
Acidum sulphurosum	$S + 2O$	1 : 2
Acidum subsulphuricum	$S + 2\frac{1}{2}O$, od. $2S + 5O$	1 : $2\frac{1}{2}$ od. 2 : 5
Acidum sulphuricum	$S + 3O$	1 : 3
Acidum subphosphorosum	$P + 1\frac{1}{2}O$ nach Davy	1 : $1\frac{1}{2}$
Acidum phosphorosum	$P + 3O$	1 : 3
Acidum phosphoricum	$P + 5O$	1 : 5
Oxydum Carbonicum	$C + 2O$	1 : 2
Acidum Carbonosum (Oxalicum)	$C + 3O$	1 : 3
Acidum Carbonicum	$C + 4O$	1 : 4
Nitrogenium	$N + O$	1 : 1
Oxydum nitrosum	$N + 2O$	1 : 2
Oxydum nitricum	$N + 3O$	1 : 3
Acidum nitrosum	$N + 4O$	1 : 4
Acidum nitricum	$N + 6O$	1 : 6
Oxydum hydricum (Aqua)	$H + O$	1 : 1
Superoxydum hydricum	$H + 2O$	1 : 2
Oxydum chlorosum (Euchlorin)	$Cl + O$	1 : 1
Oxydum chloricum	$Cl + 4O$ nach G. L. u. D.	1 : 4
(Acidum chloros. *Berzel.*)	$Cl + 3O$ nach Stadli.	
Acidum chloricum	$Cl + 5O$	1 : 5
Acidum oxychloricum	$Cl + 7O$	1 : 7
Acidum jodicum	$I + 5O$	1 : 5
Oxydum selenicum	$Se + O$	1 : 1
Acidum Selenicum	$Se + 2O$	1 : 2
Acidum boracicum	$B + 2O$	1 : 2
Suboxydum kalicum	$K + O$	1 : 1
Oxydum kalicum	$K + 2O$	1 : 2
Superoxydum kalicum	$K + 6O$	1 : 6
Suboxydum natricum	$N + O$	1 : 1
Oxydum natricum	$N + 2O$	1 : 3
Superoxydum natricum	$N + 3O$	1 : 2
Oxydum lithicum	$L + 2O$	1 : 2
Oxydum calcicum	$Ca + 2O$	1 : 2
Superoxydum calcis	$Ca + 4O$	1 : 4

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältnisse der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Oxydum baryticum	$Ba + 2O$	1 : 2
Superoxydum baryticum	$Ba + 4O$	1 : 4
Oxydum stronticum	$Sr + 2O$	1 : 2
Superoxydum strontic.	$Sr + 4O$	1 : 4
Oxydum magnesicum	$Ms + 3O$	1 : 3
Acidum silicicum	$Si + 3O$	1 : 3
Oxydum aluminicum	$Al + 3O$	1 : 3
Oxydum zirconicum	$Zr + 3O$	1 : 3
Oxydum beryllicum	$Be + 3O$	1 : 3
Oxydum yttricum	$Y + 2O$	1 : 2
Oxydum aurosum	$Au + O$	1 : 1
Oxydum auricum	$Au + 2O$	1 : 2
Acidum auricum	$Au + 3O$	1 : 3
Suboxydum platinicum	$Pt + 2O$	1 : 2
Oxydum platinosum	$Pt + 3O$	1 : 3
Acidum platinicum	$Pt + 4O$	1 : 4
Oxydum rhodosum	$R + O$	1 : 1
Oxydum rhodicum	$R + 2O$	1 : 2
Acidum rhodicum (Superoxydum)	$R + 3O$	1 : 3
Oxydum palladicum	$Pl + 2O$	1 : 2
Oxydum argenticum	$Ag + 2O$	1 : 2
Superoxydum argentic.	$Ag + 3O$	1 : 3
Oxydum hydrargyrosum	$Hg + O$	1 : 1
Oxydum hydrargyricum	$Hg + 2O$	1 : 2
Oxydum cuprosum	$Cu + O$	1 : 1
Oxydum cupricum	$Cu + 2O$	1 : 2
Superoxydum cupricum	$Cu + 4O$	1 : 4
Oxydum stannosum	$Sn + 2O$	1 : 2
Oxydum stannicum	$Sn + 3O$	1 : 3
Acidum stannicum	$Sn + 4O$	1 : 4
Suboxydum plumbicum	$Pb + O$	1 : 1
Oxydum plumbicum	$Pb + 2O$	1 : 2
Suboxydum plumbosum (Minicum)	$Pb + 3O$	1 : 3
Superoxydum plumbic.	$Pb + 4O$	1 : 4
Oxydum ferrosum	$Fe + 2O$	1 : 2
Oxydum ferricum	$Fe + 3O$	1 : 3
Suboxydum zincicum	$Zn + O$	1 : 1
Oxydum zincicum	$Zn + 2O$	1 : 2
Superoxydum zincicum	$Zn + 3O$	1 : 3

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältnisse der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Oxydum kadmicum	Ka + 2 O	1 : 2
Suboxydum nicolicum	Ni + O	1 : 1
Oxydum niccolosum	Ni + 2 O	1 : 2
Oxydum niccolicum	Ni + 3 O	1 : 3
Superoxydum niccolos.	Ni + 4 O	1 : 4
Superoxydum niccolic.	Ni + 6 O	1 : 6
Oxydum cobalticum	Co + 2 O	1 : 2
Superoxydum cobaltic.	Co + 3 O	1 : 3
Acidum cobalticum	Co + 4 O	1 : 4
Suboxydum bismuthic.	Bi + O	1 : 1
Oxydum bismuthicum	Bi + 2 O	1 : 2
Suboxydum stibicum	Sb + O	1 : 1
Oxydum stibicum	Sb + 3 O	1 : 3
Acidum stibiosum	Sb + 4 O	1 : 4
Acidum stibicum	Sb + 5 O	1 : 5
Suboxydum arsenicicum	As + O	1 : 1
Acidum arsenicosum	As + 3 O	1 : 3
Acidum arsenicum	As + 5 O	1 : 5
Oxydum manganosum	Mn + 2 O	1 : 2
Oxydum manganicum	Mn + 3 O	1 : 3
Superoxydum manganic.	Mn + 4 O	1 : 4
Acidum manganicum	Mn + 5 O	1 : 5
Oxydum molybdicum	Mo + O	1 : 1
Acidum molybdosum	Mo + 2 O	1 : 2
Acidum molybdicum	Mo + 3 O	1 : 3
Oxydum Wolframicum	W + 2 O	1 : 2
Acidum Wolframicum	W + 3 O	1 : 3
Oxydum uranicum	U + 2 O	1 : 2
Acidum uranicum	U + 3 O	1 : 3
Oxydum titanicum	Ti + 2 O	1 : 2
Acidum titanicum	Ti + 4 O	1 : 4
Acidum telluricum	Te + 2 O	1 : 2
Oxydum chromosum	Ch + 3 O	1 : 3
Oxydum chromicum	Ch + 4 O	1 : 4
Acidum chromicum	Ch + 6 O	1 : 6
Oxydum cerosum	Ce + 2 O	1 : 2
Oxydum cericum	Ce + 3 O	1 : 3
Acidum tantalicum	Ta + 2 O	1 : 2

In diesen Tafeln ist man in Hinsicht auf Chlor, Jod und Fluor, wozu man noch das Brom, welches

erst neuerdings von Baland entdeckt worden, und dessen Mischungsgewicht nach demselben 932,8 ist, rechnen kann, der chlorschen Ansicht gefolgt, in Hinsicht des Radikals der Salpetersäure der von Berzelius aufgestellten Hypothese. Nähern Aufschluß über diese Hypopothese findet man in dem Artikel: Salpetersäure. Die Nomenclatur und die Zeichen sind die von Berzelius in seinen Tabellen angegebenen, und die Zahlen mit wenigen Ausnahmen dieselben, welche dieser große Naturforscher, geleitet durch seine musterhaften analytischen Untersuchungen, berechnet hat.

Nach den bis im Allgemeinsten Betrachteten der Stöchiometrie soll nun auch das Specielle derselben näher beleuchtet werden. Es ist nicht hinreichend, daß man die Neutralitätsgesetze zwischen Salzen kenne, daß man die Oxydationsstuffen aller Stoffe bestimme; man muß auch zu erklären wissen, wie vielfach zusammengesetzte Verbindungen aus den einfachen Stoffen werden, wie sich die Mengen der einfachen Stoffen in nicht aus Oxyden bestehenden Substanzen verhalten u. dgl.

Wenn zwey einfache Stoffe, welche sich entweder schon chemisch gemischt haben, oder sich zu mischen fähig sind, mit einem dritten, zu welchem jene beyde eine Anziehung besitzen, verbunden werden; so theilt sich dieser dritte zwischen den beyden so, daß sie gleiche Antheile bekommen, oder so, daß, wenn der kleinere Theil als Einheit gesetzt wird, der größere ein einfaches Multiplum von jenem ist. Theilte sich also $A + B$ in nC, so entstände eine Verbindung $(A + mC) + (B + (n - m)C)$, und $\frac{n - m}{m}$ wäre (in fast allen Fällen) eine ganze und zwar einfache Zahl. Läßt man z. B. auf Schwefeleisen im minim. $(Fe + 2S)$ Sauerstoff oder auf Kalium-Arsenik $(K + 2As)$ Schwefel einwirken, so entsteht in diesem Falle eine Verbindung $(K + 2S) + 2(As + 3S)$, wo das Schwefelarsenik dreymal so viel Schwefel enthält, als das Schwefelkalium; in jenem aber entsteht

$(Fe + 2O) + 2(S + 3O)$. Mag nun auch eine Verbindung auf den verschiedensten Wegen entstanden seyn, so muß sie, wenn sie dieselbe seyn soll, dieselben Mengen der Stöffe enthalten. So kann die Verbindung $(Fe + 2O) + 2(S + 3O)$ durch unmittelbares Mischen des $F + 2O$ und der $2(S + 3O)$ erhalten werden. Es war zu erwarten, daß ein solches Gesetz allgemein sey, und so fand es Berzelius. Er zeigte, daß ein und dieselbe Menge einer Säure (oder eine die Säuren vertretende Verbindung, z. B. Wasser, Schwefelarsenik) immer eine constante Menge Sauerstoff, oder den Sauerstoff vertretende Substanz, z. B. Schwefel, in allen Basen, mit denen sie sich verbindet, voraussetze: ein Gesetz, welches früher schon Bergmann in der Sprache des phlogistischen Systems so angab, eine jede Menge Metall, welche hinreicht, um ein anderes aus einem Auflösungsmittel metallisch zu fällen, enthält gerade so viel Phlogiston, als das aufgelößte bedarf, um wieder hergestellt zu werden. Giebt es nun gleich einige von diesem einfachern Gesetze abweichende Säuren, deren Sauerstoffgehalt kein ganzes Multiplum von dem der Basis ist; so hindert dies den stöchiometrischen Rechnungen gar nicht, weil in solcher Verbindung der Sauerstoffgehalt doch stets constant ist, nur müssen diese Ausnahmen auf dem Wege der Erfahrung ausgemittelt werden. Leicht lassen sich nun die Mengen Sauerstoff von Oxyden berechnen, welche Basen sind. Man braucht diese nur mit einer Säure zu einem neutralen Salze zu verbinden, die Mischungsverhältnisse dieses Salzes auszumitteln, und die der Säure zu wissen. Wäre A eine Säure, B eine Basis; ihre Mengen verhielten sich $= a : 100 - a$; in a seyn m Sauerstofftheile, und der Sauerstoffgehalt der Säure sey n mal mehr, als der der Basis; endlich seyn in 100 Säure c Sauerstoff enthalten; so enthält $100 - a$ Basis $\frac{m}{n}$ Sauerstoff, und in 100 Theilen enthielten sie

$\frac{a.c}{(100-a)n}$; denn es ist $100-a:100=\frac{m}{n}:\frac{100m}{n(100-a)}$,

m aber $=\frac{ac}{100}$, weil $100:a=c:m$ ist. Setzt man für A Schwefelsäure, für B Kali, so muß letzteres $\frac{45,93 \cdot 59,86}{54,07 \cdot 3}$ Sauerstoff in 100 Theilen enthalten, d. i. 16,95. Dieses Gesetz für die Neutralsalze kann man nicht umkehren, d. h. es ist nicht richtig, wenn man sagt: ein und dieselbe Basis setzt, wenn sie mit Säuren neutralisirt wird, in diesen Säuren gleichviel Sauerstoff voraus. Eine gleiche Menge Kali z. B. setzt in der Schwefelsäure dreymal, in der Salpetersäure sechsmal so viel, als es selbst enthält, Sauerstoff voraus.

Bey Untersuchung der vielfach zusammengesetzten Stoffe findet man, daß sie als aus binären Stoffen zusammengesetzt betrachtet werden können; und sieht man auf die elektro-chemische Ansicht, so muß man zwey mehr oder weniger vielfach gemischte Theile bezeichnen, von denen der eine negativ ist, mithin die Säure vorstellt, während der andere positiv, die Basis darstellend, ist. So möchte Sulphas calcicus cum aqua besser durch: $(\ddot{C}a + 2\,Aq) + 2(\ddot{S} + Aq)$ zu bezeichnen seyn, als durch $\ddot{C}a'\ddot{S}^2 + 4\,Aq$ (wenn man mit Berzelius die Oxyde so bezeichnet, daß über ihre brennbaren Bestandtheile die Mengen ihrer Sauerstoffantheile durch Punkte angedeutet werden). Uebrigens findet sich auch das Gesetz von den Vielfachen der Sauerstoffantheile in den zusammengesetzten Stoffen wieder, wie besonders aus der Ansicht des Mineralsystems nach chemischen Principien hervorgeht.

Brennbare Stoffe vereinigen sich so unter einander, daß, wenn sie bis zu einem gewissen Grade oxydirt werden, sie dem schon oben gegebenen Gesetze folgen. Arsenikmetalle z. B. oxydiren sich zu arseniksauren Salzen u. s. w.

Was die sauren und basischen Salze betrifft, so ist bekannt, daß die Säuremengen in den erstern ein ganzes Multiplum von der in den neutralen Salzen ist; daß mithin in denselben die Sauerstoffantheile der Säure und der Basis Verhältnißexponenten in ganzen Zahlen geben; in den andern aber enthält die Basis entweder eben so viel oder doppelt so viele Antheile Sauerstoff, als die Säure.

Bisher ist das Gewicht als Norm zur Bestimmung der Verhältnißzahlen angenommen worden; da aber absolutes und specifisches Gewicht bey gleichen Räumen im geraden Verhältnisse stehen, so können auch die Raumverhältnisse zur Berechnung angenommen werden. Der Dichtigkeitszustand ist hier besonders zu beachten, nur daß man diesen in den meisten Fällen nicht so genau bestimmen kann. Bey der Verbindung der Luftarten bemerkte man zuerst, daß, wenn man den Raum des einen Bestandtheils als Einheit annimmt, der des andern entweder eben so groß oder mehrfach in ganzen Zahlen sey. M. s. den Artikel: Gas, atmosphärisches. Th. IX. S. 261. Man wollte dies Gesetz auf alle andere feste Körper übertragen; allein dies konnte nur durch Hypothesen geschehen, denn die meisten Stoffe lassen sich nicht in den Zustand eines Gases versetzen. Eben so ist die ganze Rechnung nur Hypothese, die Maaßtheile der Stoffe, wenn sie fest geworden, zu bestimmen, bey welchen Bestimmungen die der verdichteten Gase wieder Schwierigkeiten verursachen. Uebrigens folgt daraus, wenn die elastisch-flüssigen Materien sich in einfachen Raumverhältnissen verbinden, daß auch zwischen dem specifischen Gewichte und der Zahl eines Mischungstheils ein einfaches Verhältniß Statt finden müsse. Die Bestandtheile des Wassers z. B. verhalten sich wie $O : H = 100 : 12{,}4886$; die specifischen Gewichte des Sauerstoffs und Wasserstoffs verhalten sich wie $1 : 0{,}06244$; das Mischungsgewicht des Wasserstoffs $0{,}124886$ verhält sich also zum specifischen Gewicht desselben ($0{,}06244$)

wie 2 : 1, während das Mischungsgewicht des Sauerstoffs sich zu dessen specifischen Gewichte verhält wie 1 : 1; es muß folglich der Raum des Wasserstoffantheils doppelt so groß seyn, als der des Sauerstoffantheils. Dieses Gesetz findet man bey allen elastischen Flüssigkeiten bestätigt, so daß das specifische Gewicht bey einigen Gasen gleich ist dem Mischungsgewicht, bey andern nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ so groß. Auch die Verdichtung, welche die Gase bey ihrer chemischen Mischung erleidet, erfolgt nach einfachen Maaßverhältnissen. Treten gleiche Maaßtheile zusammen, so entsteht entweder keine Verdichtung, oder die Räume vermindern sich zur Hälfte oder zum Viertheil. Chlor und Wasserstoffgas z. B. verdichten sich nicht; Schwefeldampf und Wasserstoffgas zur Hälfte; Kohlenstoff in Dampfform und Wasserstoff zum Viertheil. Treten Gase in dem Maasverhältnisse wie 1 : 2 zusammen, so werden sie entweder zu $\frac{1}{3}$ oder zu $\frac{2}{3}$ der Räume verdichtet. Ist ihr Maasverhältniß 1 : 3, so vermindert sich der Raum zur Hälfte.

Auf diese Erfahrungen gestützt ist es möglich aus den Maasverhältnissen der Stoffe auch die Gewichtsverhältnisse derselben abzuleiten, oder umgekehrt aus diesen jene. Es leuchtet ein, daß die Gewichtstheile einer Verbindung zweyer Gase gleich sind der Summe der Gewichtstheile der einfachen Bestandtheile, und daß sich die absoluten Gewichte sowohl des zusammengesetzten Gases, als der einfachen Gase, wie die Produkte aus dem specifischen Gewichte in die Räume, verhalten. Aus diesen Verhältnissen lassen sich Gleichungen ableiten, mittelst deren sich die Räume, specifische und absolute Gewichte des zusammengesetzten Gases und der Bestandtheile desselben finden lassen. Wollte man z. B. die Verhältnißzahl des Wasserstoffs finden, wenn die Raumverhältnisse, in welchen es mit Sauerstoff Wasser bildet, und die specifischen Gewichte beyder Gase bekannt sind; so dürfte man nur ansetzen, das absolute Gewicht des Sauerstoffs (100,0) verhält sich zu dem des Wasserstoffs (x), wie

die Produkte aus dem specifischen Gewichte in die Räume, oder wie 1 . 1,1026 : 2 . 0,0688 d. i. 1,1026 : 0,1376 = 100 : x. Hieraus findet man $x = \frac{13,76}{1,1026} = 12,4$. Wollte man die Maastheile finden, mit welchen der Wasserstoff in das Wasser eingeht, und es wäre seine Verhältnißzahl bekannt, so läßt sich dies sehr leicht auf folgende Art bestimmen, es verhält sich nämlich, wie vorhin 1 . 1,1026 : x . 0,0688 = 100 : 12,4886, oder $\frac{1,1026}{0,0688} : x = 100 : 12,4886$, und daher

$$x = \frac{1,1026 . x 12,4886}{6,88} = 2,001$$ u. s. w. Mehreres hierüber findet man beym Bischoff *).

Eine Zahlenreihe, deren Glieder chemische Gemische bezeichnen, nennt man eine stöchiometrische, eine Verhälnißreihe der chemischen Stoffe, eine Aequivalenten-Tafel chemischer Elemente, wenn alle diese einzelnen Glieder berechnet sind nach einer ein für allemal angenommenen Einheit. Richter z. B. nahm die Schwefelsäure zur Einheit, neuere Chemiker den Sauerstoff oder den Wasserstoff; den Wasserstoff besonders dieserwegen, weil einige der Meinung sind, seine Verhältnißzahl lasse sich ohne Rest in jede andere Verhältnißzahl einfacher Stoffe dividiren, und sey darum als Prüfstein anzuwenden; natürlich müssen alsdann alle Verhältnißzahlen ganze Zahlen seyn; — oder auch darum, weil er der leichteste Stoff ist; — ein Grund, der nicht hinreicht, den Sauerstoff, der mit allen Elementen scharf begrenzte Verbindungen eingeht, als Maas zu verwerfen. Solche Verhältnißreihen sind nach den bisher vorgetragenen Lehren nicht mehr schwer anzufertigen. Die Oxyde sind nach den oben gegebenen Tafeln zu bestimmen, die Verbindung brennbarer Stoffe aber so, daß,

*) Lehrbuch der Stöchiometrie. S. 226. ff.

wenn sie bis zu einer gewissen Stufe oxydirt werden, sie neutrale Salze vorstellen, in denen dann die Sauerstoffantheile der Säure ein ganzes Vielfaches ist von denen in der Basis. Auf diese Art ist das Schwefelbley so verbunden, daß, wenn es oxydirt wird, es schwefelsaures Bleyoxydul darstellt; sein Zeichen ist daher $P\not{b} + 2S$, und seine Zahl 2991,652 während das Zeichen des schwefelsauren Salzes $\dot{P}b + 2\ddot{S}$ ist und seine Zahl 3791,652. Der Chemiker arbeitet aber nicht stets mit diesen Mengen, und muß darum häufig mittelst der Regel Detri andere Verhältnisse aufsuchen. Diesem Zeit raubenden Rechnen hat **Wollaston** abgeholfen durch seine Aequivalentenskale, in welcher er zwey logarithmische Linien sehr sinnreich benutzt. Er ordnete nämlich die Stoffe, einfache und zusammengesetzte, auf einer verschiebbaren Skale dergestalt neben einander, daß durch bloße senkrechte Verschiebung der Skalenhälften die Mischungsverhältnisse von je zwey mischbaren Stoffen angegeben werden. Diese Einrichtung ist gerade so, wie sie die sogenannten logarithmischen Rechenstäbe zeigen, und gründet sich gleichfalls auf die Eigenschaft der Logarithmen. So geben z. B. die gewöhnlichen Logarithmentafeln für die natürlichen Zahlen, wenn man nur die ersten Decimalstellen nimmt, folgende Werthe:

Zahlen	Logarithmen
1	0
2	301
3	477
4	602
5	698
6	778
7	845
8	903
9	954
10	1000 u. s. f.

Trägt man nun diese Werthe nach einem verjüngten Maasstabe auf eine Linie, so daß die den Logarithmen entsprechende Abstände sämmtlich von einem einzigen Punkte ausgehen, und bezeichnet man die Abstände mit

1, 2, 3, 4, u. s. so hat man eine logarithmische Skale, in welcher diejenigen Zahlen gleich weit von einander abstehen, welche einerley Verhältniß zu einander haben, nämlich 0 und 301, 301 und 602, 602 und 903 stehen gleich weit von einander ab, weil 1:2=2:4=4:8 ist. Um dieses auf die Aequivalentenskale der Grundstoffe und ihrer Gemische anzuwenden, sucht man die Logarithmen der bekannten Verhältnißzahlen ihrer chemischen Werthe, trägt diese nach demselben Maasstabe parallel neben der zur zu vergleichenden Einheit angenommenen Zahl auf eine Linie, bezeichnet diese Abstände mit dem Namen der Materien, deren Verhältnißzahlen ihnen entsprechen, und macht die erstere dieser Skalen der andern, als unbeweglich zu betrachtende, in senkrechter Richtung verschiebbar. Da hiebey gleiche Abstände gleichen Verhältnissen beyder Skalen entsprechen, so können die senkrechten Abstände je zweyer Werthe auf der unbeweglichen Skale als Glieder des einen Verhältnisses und die nämlichen Abstände auf der beweglichen Skale als Glieder des andern Verhältnisses betrachtet werden, woraus die Möglichkeit hervorgeht, alle Beyspiele der Regel Detri sogleich durch bloßes Verschieben der beweglichen Skale aufzulösen. Verbände sich ein Stoff A mit einem andern B in dem Verhältnisse, wie a:b, so muß das Verhältniß dasselbe bleiben, es mag A in größerer oder kleinerer Menge angewendet werden. Schiebt man daher irgend eine Zahl der logarithmischen Linie an A, so muß diese mit der, welche dann bey B steht, in demselben Verhältnisse a:b seyn, und bey A+B muß eine Zahl stehen, welche der Summe der beyden Gewichte von A und B gleich kommt. Es sey z B. der Sauerstoff mit dem Zinn im Verhältniß von 1:4 verbindbar, so zeichne man beyde Stoffe auf der unbeweglichen Skale in dem Abstand von einander, der diesem Verhältnisse entspricht. Da nun auf der beweglichen Skale die Zahlen 24 und 96 eben so weit von einander entfernt sind, als 1 und 4, so muß auch, wenn die bewegliche Skale so verschoben

worden ist, daß sich 24 zur Seite des Sauerstoffs befindet, die Zahl 56 neben dem Zinn zu stehen kommt. Wäre nun umgekehrt A + B in Zahlen gegeben, so lassen sich mittelst einer solchen logarithmischen Linie A und B allein finden. Man schiebt dann die gegebene Zahl an A + B, so werden die Zahlen bey den einzelnen Stoffen anzeigen, wie viel von einem jeden in die Verbindung eingeht. Weitere Bestimmungen über diese Skale findet man bey Thomson [α]) und Schweigger [β]), und bey letztern einige Ungleichheiten der Skale berichtigt.

Wie die Qualitäten der Stoffe mit deren Verhältnißzahlen in Verbindung stehen, ist bisher noch wenig erforscht worden, und die Gesetze, welche man hier aufgefunden zu haben glaubt, bedürfen noch mehrere Untersuchungen, ehe sie sicher gestellt sind. Indeß, wenn sie sich bestätigen, sind sie von zu großem Nutzen für das Gebiet der ganzen Physik, als daß ihrer nicht erwähnt werden sollte.

Nach Dalton verhalten sich die specifischen Wärmen umgekehrt, wie die specifischen Gewichte, also auch in gewisser Beziehung wie die stöchiometrischen Zahlen. Bisher folgten diesem Gesetze nur die einfachen Gasarten, Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Stickstoffgas; Petit und Dulong [γ]) aber haben gezeigt, daß man dieses Gesetz auch auf die einfachen festen Körper ausdehnen könne. Die hiernach berechneten stöchiometrischen Zahlen stimmen mit denen aus den Verbindungsverhältnissen enthaltenen so, daß meistentheils diese letztern Vielfache (fast alle nach ganzen Zahlen) von jenen sind, woraus man folgern könnte, daß die Oxydationsstuffen noch nicht genau genug bekannt seyn. Folgende Stoffe z. B. besitzen nach Petit und Dulong beygegebene Wärme-

α) Annals. IV. 176.

β) Journal für Chemie und Physik. B. XII. S. 100. ff. S. 357. B. XIV. S. 126. u. 500.

γ) Annales de chemie et physique. T. X. p. 396. Schweigger's Journal. B. XXXII. S. 479.

capacität, aus welcher die stöchiometrische Zahl berechnet wurde. Zur schnellen Uebersicht sind die aus den Verbindungsverhältnissen berechneten stöchiometrischen Zahlen, so wie auch eine Reihe, in welcher ein Vergleich zwischen beyderley Zahlen angestellt ist, beygesetzt. Die angezeigten Differenzen beziehen sich auf die Menge, um welche die vergleichenden Zahlen größer oder kleiner, als auf gewöhnlichem Wege erhaltene Aequivalente, sind.

	Wärmecapacität.	Stöchiom. Zahlen aus der Wärmecapacität gefund.	Stöchiometr. Zahlen aus dem chem. Verhältnisse gefunden.	Vergleich beyder Angaben.
Schwefel	0,188	201,16	201,160 =	201,160
Kobalt	0,1498	252,46	737,436 =	3 . 252,46 — 19,944
Eisen	0,1100	343,80	678,887 =	2 . 343,80 — 8,713
Nickel	0,1035	365,39	1113,837 =	3 . 365,39 + 17,667
Kupfer	0,0949	398,50	791,390 =	2 . 398,50 — 5,610
Zink	0,0927	407,96	819,672 =	2 . 407,96 + 3,752
Tellur	0,0912	414,67	807,144 =	2 . 414,67 — 22,196
Silber	0,0557	678,96	2073,433 =	3 . 678,96 + 36,553
Zinn	0,0514	735,76	1470,580 =	2 . 735,76 — 0,94
Platin	0,0314	1204,40	2431,906 =	2 . 1204,40 + 23,106
Gold	0,0298	1269,67	2486,000 =	2 . 1269,67 — 53,34
Bley	0,0293	1290,72	2589,322 =	2 . 1290,72 + 7,882
Wismuth	0,0288	1313,13	1773,993 =	$\frac{4}{3}$. 1313,13 + 23,118

Wollte man dies Gesetz ohne Rücksicht auf die festen Stoffe auf alle Gase anwenden, so würde folgen, daß alle einfache Gase bey gleichen Volumen eine gleiche Wärmecapacität hätten; und daß, wenn die Wärmecapacität der zusammengesetzten Gase mit der ihrer Bestandtheile und deren Ausdehnung im geraden Verhältnisse steht, was Meineke in den Erläuterungen zu seiner Meßkunst auseinander zu setzen sucht. In den zusammengesetzten Gasen bey gleichem Volum die Wärmecapacität ein Produkt ist aus der Bestandtheile und deren Ausdehnung.

Nennt man die Mengen Sauerstoff, welche ein brennbarer Stoff aufnehmen muß, um eine salzartige Verbindung eingehen zu können, seine Sauerstoffcapacität, so läßt sich nachweisen, daß sich die Dichtigkeiten zweyer

einfachen Gase bey gleichem Gewicht umgekehrt verhalten, wie ihre Sauerstoffcapacitäten, und diese wieder umgekehrt wie die stöchiometrischen Zahlen. Hieraus folgt dann:

daß sich die specifischen Wärmen verhalten wie die Sauerstoffcapacitäten; ein Gesetz, welches an das von Welter *) vorgelegte erinnert, worin er angiebt, daß zwischen Verbrauch von Sauerstoff und Entwickelung von Wärme ein gerades Verhältniß Statt finde. Ist dies aber der Fall, so ist auch zwischen der Wärme, welche z. B. ein Metall flüssig macht, d. i. seine Cohäsion aufhebt, und dieser Cohäsion selbst ein bestimmtes Verhältniß vorhanden. Stellt man sich die Wärme zur Versinnlichung materiell vor, so muß, damit ein Metall schmelze, desselben specifische Wärme vervielfacht werden, und zwar um so mehr, je cohärenter es ist. Da beym Schmelzpunkte die Cohäsion aufhört, so ist hier die specifische Wärme so weit verstärkt, daß sie der Cohäsion gleich kommt; diese wird daher ein Produkt aus der specifischen Wärme in die Schmelzgrade seyn.

Die Dichtigkeit giebt ein Maasstab für die Wirkung eines in einem als Einheit gesetzten Raume befindlichen Stoffes, jedoch wird diese gerade so vielmal vermindert, als seine Cohäsion beträgt, weil diese auch überwunden werden muß, aus welcher Ursache die cohärentern Materien auch nur mit geringen Quantitäten in Verbindungen eingehen. Das Maas für die chemische Wirkung ist also eigentlich die Dichtigkeit dividirt durch die Cohäsion; dieses Maas ist aber auch gleich dem stöchiometrischen Werthe.

Man kann diese noch lange nicht anerkannten Gesetze folgender Maaßen allgemein ausdrucken: bezeichnet man mit w, W die specifischen Wärmen zweyer Stoffe, mit d, D ihre Dichtigkeiten, mit o, O ihre Sauerstoffcapacitäten, mit f, S ihre stöchiometrischen Werthe, mit c, C ihre

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XIX. p. 425.

Cohäsionen und mit f, F ihre Schmelzgrade; so verhalten sich

$$w : W = D : d, \text{ aber}$$
$$D : d = o : O, \text{ also auch}$$
$$w : W = o : O; \text{ ferner}$$
$$o : O = S : \int, \text{ daher}$$
$$w : W = S : \int; \text{ weiter}$$
$$w = \frac{c}{f}; W = \frac{C}{F}, \text{ mithin auch}$$
$$w : W = \frac{c}{f} : \frac{C}{F} = S : \int;$$

und $c = \frac{d}{\int} = w . f.$

Es lassen sich nun z. B. leicht finden

$$\int = \frac{d}{c} = \frac{d}{wf}; d = c\int = \int wf;$$
$$f = \frac{c}{w} = \frac{d}{\int w} \text{ und } w = \frac{c}{f} = \frac{d}{\int f}.$$

Setzt man statt $\int$ den gleichen Werth, nämlich die Wichtigkeit einfacher Gase, $= p$, so hat man

$$p = \frac{d}{c}, \text{ und hieraus } d = pc, \text{ und}$$
$$c = \frac{d}{p}.$$

Es lassen sich auf diese Weise noch manche Gleichungen entwickeln, welche, wenn erst recht viele Thatsachen für das hier Entwickelte sprechen, von sehr hohem Werthe seyn können.

Die Geschichte der Stöchiometrie zählt nur einige Jahrzehende, wenn wir den Zeitpunkt zum Anfang einer Wissenschaft setzen, in welchem aufgefundene Gesetze allgemein aufgefaßt und zu einem mehr oder minder vollkommenen Ganzen verbunden worden. Wollten wir einzelne Erfahrungen oder Andeutungen aufsuchen, um den Anfang der Geschichte dort zu finden, so müssen wir zu den

einfachen Gase bey gleichem Gewicht umgekehrt verhalten, wie ihre Sauerstoffcapacitäten, und diese wieder umgekehrt wie die stöchiometrischen Zahlen. Hieraus folgt dann:

daß sich die specifischen Wärmen verhalten wie die Sauerstoffcapacitäten; ein Gesetz, welches an das von Welter *) vorgelegte erinnert, worin er angiebt, daß zwischen Verbrauch von Sauerstoff und Entwickelung von Wärme ein gerades Verhältniß Statt finde. Ist dies aber der Fall, so ist auch zwischen der Wärme, welche z. B. ein Metall flüssig macht, d. i. seine Cohäsion aufhebt, und dieser Cohäsion selbst ein bestimmtes Verhältniß vorhanden. Stellt man sich die Wärme zur Versinnlichung materiell vor, so muß, damit ein Metall schmelze, desselben specifische Wärme vervielfacht werden, und zwar um so mehr, je cohärenter es ist. Da beym Schmelzpunkte die Cohäsion aufhört, so ist hier die specifische Wärme so weit verstärkt, daß sie der Cohäsion gleich kommt; diese wird daher ein Produkt aus der specifischen Wärme in die Schmelzgrade seyn.

Die Dichtigkeit giebt ein Maasstab für die Wirkung eines in einem als Einheit gesetzten Raume befindlichen Stoffes, jedoch wird diese gerade so vielmal vermindert, als seine Cohäsion beträgt, weil diese auch überwunden werden muß, aus welcher Ursache die cohärentern Materien auch nur mit geringen Quantitäten in Verbindungen eingehen. Das Maas für die chemische Wirkung ist also eigentlich die Dichtigkeit dividirt durch die Cohäsion; dieses Maas ist aber auch gleich dem stöchiometrischen Werthe.

Man kann diese noch lange nicht anerkannten Gesetze folgender Maaßen allgemein ausdrucken: bezeichnet man mit w, W die specifischen Wärmen zweyer Stoffe, mit d, D ihre Dichtigkeiten, mit o, O ihre Sauerstoffcapacitäten, mit f, S ihre stöchiometrischen Werthe, mit c, C ihre

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XIX. p. 425.

Cohäsionen und mit f, F ihre Schmelzgrade; so verhalten sich

$$w : W = D : d, \text{ aber}$$
$$D : d = o : O, \text{ also auch}$$
$$w : W = o : O; \text{ ferner}$$
$$o : O = S : \int, \text{ daher}$$
$$w : W = S : \int; \text{ weiter}$$

$$\text{ist } w = \frac{c}{f};\ W = \frac{C}{F}, \text{ mithin auch}$$

$$w : W = \frac{c}{f} : \frac{C}{F} = S : \int;$$

$$\text{und } c = \frac{d}{\int} = w \,.\, f.$$

Hieraus lassen sich nun z. B. leicht finden

$$\int = \frac{d}{c} = \frac{d}{wf};\ d = c\int = \int wf;$$

$$f = \frac{c}{w} = \frac{d}{\int w} \text{ und } w = \frac{c}{f} = \frac{d}{\int f}.$$

Setzt man statt $\int$ den gleichen Werth, nämlich die Dichtigkeit einfacher Gase, $= p$, so hat man

$$p = \frac{d}{c}, \text{ und hieraus } d = pc, \text{ und}$$

$$c = \frac{d}{p}.$$

Es lassen sich auf diese Weise noch manche Gleichungen entwickeln, welche, wenn erst recht viele Thatsachen für das hier Entwickelte sprechen, von sehr hohem Werthe seyn können.

Die Geschichte der Stöchiometrie zählt nur einige Jahrzehende, wenn wir den Zeitpunkt zum Anfang einer Wissenschaft setzen, in welchem aufgefundene Gesetze allgemein aufgefaßt und zu einem mehr oder minder vollkommenen Ganzen verbunden worden. Wollten wir einzelne Erfahrungen oder Andeutungen aufsuchen, um den Anfang der Geschichte dort zu finden, so müssen wir zu den

Werken des grauen Alterthums zurückkehren; denn Stellen, welche, da uns die Gesetze der Stöchiometrie nun bekannt sind, günstig ausgelegt werden können, giebt es genug. Und hätten ältere Naturkundige einen solchen gesetzlichen Zusammenhang auch nur geahnet, sie würden denselben nicht in einzelne dunkele Ausdrücke eingekleidet haben.

Der Berliner Chemiker, Richter, war es, welcher die Stöchiometrie schuf. Er legte, ausgehend von dem oben angeführten Neutralitätsgesetz, welches von Wenzel schon vorher gekannt und richtig erklärt aber nicht angewendet war, die Gesetzmäßigkeit in den Mischungsverhältnissen der Körper klar vor Augen; er suchte durch Versuche sowohl, als auch durch folgenreiche Anwendung der Mathematik, diese Gesetzmäßigkeit zu erhärten, und sie auf die Qualitäten der Körper auszudehnen. Ging er auch mannichmal in seinen Untersuchungen zu weit, suchte er da Gesetze, wo sie nicht zu suchen waren, beurtheilte er auch die Eigenschaften eines Stoffes nach seiner neuen Lehre und nicht diese nach jenen; so kann seinen Kenntnissen und seinem Ruhme dadurch kein Abbruch geschehen; denn er wollte seine Lehre durch Gesetze, die erst zu suchen waren, feststellen. Uebrigens geht aus seinen Schriften selbst hervor, daß nicht die Sucht, seine mathematischen Kenntnisse zu beurkunden, wie ihm von diesem und jenem vorgeworfen ward, sondern die löbliche Begierde, die Wissenschaft zu fördern, zu weit leitete. Dahin gehört z. B. die von ihm sogenannte quantitative Ordnung oder das Gesetz der Proportionen, was an Meineke's Gesetz, daß die stöchiometrischen Zahlen Produkte aus der Zahl des Wasserstoffs in die natürlichen ganzen Zahlen sey, errinnert. Richter's Arbeiten finden sich in verschiedenen von ihm herausgegebenen Schriften *).

*) Anfangsgründe der Stöchiometrie. III. Thle. Breslau 1792–94. Ueber die neuern Gegenstände der Chemie. XI. Stücke. Berlin 1791 — 1802.; die erste Idee zur Stöchiometrie findet sich in

Vor Richter'n richtete man besonders sein Augenmerk auf die Verwandtschaften der Stoffe, zwischen welchen man Verhältnisse zu Quantitäten, Auflösungszeiten, specifischem Gewichte aufzusuchen bemühet war [α]). Aber nicht sowohl die Entwickelung der Gesetze, welche beym **Bischoff** in seinem Lehrbuche der Stöchiometrie sehr gut geprüft werden, sondern vielmehr die damals besonders durch **Klaproth** verbesserte Methode zu analysiren und die bekannt gemachten Untersuchungen legten den sichersten Grundstein zur jetzigen Stöchiometrie. **Guyton** [β]), welcher über Zusammensetzungen der Salze Untersuchungen anstellte, und **V. Rose** [γ]) der besonders auf das Bestandtheilverhältniß der neutralen Salze aufmerksam macht, gaben, ersterer mit Richter's Lehre unbekannt, als Prüfungsmittel analytischer Untersuchungen das Beybehalten der Neutralität zweyer Neutralsalze nach ihrer Zersetzung an. **Link** [δ]) machte darauf aufmerksam, daß die Menge des zerlegenden Stoffes die zerlegende Kraft in einem schnell zunehmenden Verhältnisse vermehre, daß es also eigentlich keine Wahlanziehung gebe; hieraus würde auch folgen, daß es auch keine festen Mischungsverhältnisse gebe. **Berthollet** faßte späterhin diese Idee wirklich so auf, indem er zu zeigen suchte, daß die Wirkung der Verwandtschaft ein Produkt aus der jedem Körper inwohnenden chemischen Kraft in die Quantität der Materie sey, welche er chemische Masse nannte, woraus denn folgt, daß die

---

seiner dissertatio: de usu matheseos in chymia. Regiom. 1789.

α) M. s. Wenzel Lehre von der Verwandtschaft. Dresd. 1777. 8. Wiegleb Revision der Grundlehren von den chemischen Verwandtschaften der Körper. Erfurt 1780. Kirwan's physische Schriften a. d. Engl. übers. von Crell. Berlin und Stettin 1783—93. *Bergmann* de attractionibus electivis in Nov. Ac. Sci. Soc. Ups. Vol. II. 1775; desselben: de diversa Phlogisti quantitate in metallis. Ups. 1782. u. a. mehr.

β) Annales de chimie. Tom. XXV. p. 292.

γ) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie. B. VI. S. 22. f.

δ) Crell's chemische Annalen. 1791. I. p. 484.

Verwandschaft zweyer Stoffe zu einander ungleich sey, d. h. daß A zu B eine größere oder kleinere Verwandtschaft habe als B zu A; denn wäre in einer neutralen Verbindung A + B, Q die Menge von A und q die Menge von B, V die chemische Kraft von A, und v die chemische Kraft von B, so ist QV, qv, weil sonst A + B nicht neutral seyn könnte, und es verhält sich Q:q = v:V. Die Wirkung der chemischen Masse wird aber theils begünstigt, theils beschränkt durch Cohäsion, Unauflöslichkeit, Elasticität, Wärme und Efflorescenz. Diejenigen Verbindungen nun, welche durch diese Eigenschaften vermittelt werden, haben nach Berthollet ein bestimmtes Mischungsverhältniß; diejenigen aber, wo nur die chemische Masse wirkt, mischen sich in jedem beliebigen Verhältnisse. Daß Berthollet bey solcher Erklärungsweise nur einer Grundkraft bedurfte ist leicht einzusehn. Uebrigens haben nach ihm alle Grundstoffe ein Maximum und ein Minimum für ihre möglichen Verbindungen, über welche Grenzen keine Vereinigung mehr Statt findet. Seine Theorie findet man in seinen verschiedenen Schriften [α]). Gegen diese trat vor allen Proust auf. Dieser Chemiker bewies durch Versuche, daß zwischen dem Maximum und Minimum der Oxydation oder der Schwefelung eines Metalles durchaus keine unendliche Reihe von Verbindungen, sondern unveränderliche Proportionen Statt hätten; daß Zwischenstuffen Gemenge wären von zwey verschiedenen Oxyden oder Schwefelmetallen; daß die Schwefelmetalle selbst nicht Verbindung aus Schwefel mit Oxyden, sondern mit Metallen, welches man bis dahin nicht wußte, seyn [β]). Berthollet suchte gegen Proust seine Ansicht zu ver-

α) Recherches sur les lois de l'affinité. Par. 1802. in der première et seconde suite des recherches etc. und in der troisième suite, die sich in den memoir. de l'inst. de France. Paris 1806. befindet, und endlich in dessen Werke: Essai de statique chimique. Tom. I. II. Paris 1802.

β) Journal de physique. 1801 — 1805.

theidigen *). Auch Link *) macht die Einwendung gegen Berthollet, daß seine Versuche, z. B. die Zersetzung des schwefelsauren Baryts durch Kali, nichts gegen die Lehre der Wahlanziehung beweisen, weil nirgends nachgewiesen würde, daß die Menge der beyden entstandenen Verbindungen, nämlich schwefelsaures Kali und schwefelsaurer Baryt, mit der chemischen Masse der zusammengesetzten Stoffe übereinstimmen; daß sich aber mit der Lehre der Wahlanziehung das Wachsen der chemischen Verbindung bey vermehrter Masse wohl vereinigen ließe; daß endlich eine Verbindung bey der Zerlegung erst verschiedene Stufen der engern und lockerern Vereinigung durchlaufe, bevor sie in Null übergeht. Berzelius γ), durch dessen genaue analytische Untersuchungen das Daseyn fester Vermischungsverhältnisse erwiesen, mithin Berthollet's Ansicht für nichtig erklärt ist, ist doch der Meinung, daß seine und Berthollet's Grundsätze vereinbar seyn. Auch Winterl δ) zeigte, daß die Menge bey der Wirkung der chemischen Kraft in Anschlag gebracht werden müsse, weil abgestumpfte Stoffe (nicht so stark begeistete) größere Mengen kleinern vorziehen, und daß die Elasticität, Wärme, Krystallisirbarkeit einer auszuscheidenden Säure auf die Zerlegung mitwirke.

Durch die damals aufgefundenen chemischen Wirkungen der Volta'schen Säule erhielt nicht nur die analytische Chemie, sondern auch die Lehre von der Verwandtschaft einen unerwarteten mächtigen Schwung. Stoffe, welche bis dahin einfach galten, wurden zerlegt, und ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Chemismus und Contactelektricität dargethan; die Stöchiometrie aber gewann besonders durch die genauere Kenntniß und Mischungsverhältnisse der einfachen Stoffe. Mittelst dieses kräfti-

---

α) Journal de physique. 1805.
β) Gehlen's Journal für Chemie und Physik. B. III. S. 232.
γ) Theorie der chemischen Proportion, übers. von Blöde. Einleit. VI. u. S. 110 ff.
δ) Prolus. ad chemiam Sec. dec. noni. Budae 1801.

gen Reagens konnte man alle Stoffe auf ihre Einfachheit prüfen, und so gelang es denn, eine Reihe Stoffe als einfach darzustellen, welche man vorher als Oxyde betrachtet hatte, die analoge Verbindungen, wie der Sauerstoff, eingehen und diesen vertreten können. Diese Stoffe sind: Jod, Chlor, Bran, Fluor. So wurde auch die Volumtheorie eigentlich durch zersetzende Wirkung der galvanischen Elektricität fester begründet.

Im Jahre 1808 gab Dalton ein auf neue Ansichten gegründetes System unter dem Titel: New system of chemical Philosophy heraus, dessen zweyter Theil, der vorzüglich die Verbindungen der einfachen Stoffe zu zusammengesetzten abhandelt, erst 1810 erschien. Aber schon seit 1802 hatte er mehrere Abhandlungen in den Schriften der litter. und naturf. Gesellschaft von Manchester geliefert, welche vorzüglich von Wärmestoff, von den Gasarten, und von den Gesetzen, die zwischen dem Wärmestoff und der chemischen Verbindung obwalten, handeln. In seinem eben angeführten Werke nimmt er an, daß alle Stoffe sich in kugelförmigen mit mehr oder minder dichten Wärmeatmosphären umgebenen Atomen verbinden, deren relative Gewichte, Durchmesser und Mengen in den zusammengesetzten Stoffen er zu finden lehrt. Weil er Atome, d. i. untheilbare Theilchen annahm, so mußte er eine Verbindung als aus ganzen Atomen einfacher Stoffe gebildet betrachten. Auf sehr gute analytische Untersuchungen gestüzt gab er an, daß sich ein Atom von A mit 1, 2, 3 Atomen von B, oder umgekehrt ein Atom B mit 1, 2, 3 Atomen von A verbände. Die Verbindung von 1 Atom mit 1 Atom nennt er zweyfach, 1 Atom mit 2 Atomen dreyfach u. s. w. welche Ausdrücke er auch gebraucht, wenn er eine Verbindung bezeichnet, welche schon aus zusammengesetzten Atomen besteht. Ist das relative Gewicht gegeben, so sind natürlich durch dieselbe Zahl auch die Atome gegeben, welche Dalton nach den verschiedenen Materien auch verschieden bezeichnete. Es wäre nun nichts leichter, als aus den

gefundenen relativen Gewichten die Durchmesser der Atome zu finden, wenn nicht das Volumen, hier die Kugelgestalt, durch die Wärme ausgedehnt würde, weswegen er die Atome in Gasgestalt berechnen mußte. Da der Durchmesser der Atome vom relativen Gewicht abhängt, so ist hieraus von selbst klar, daß Dalton's Atome und die stöchiometrischen Zahlen oder die Massenreihen Richter's dieselbe Grundidee haben, wie auch von Schweigger [α]) und Wollaston [β]) angedeutet wird, insbesondere vom letzteren bey Entwerfung seiner Aequivalentenskale. Indessen ist Dalton doch der erste, welcher die Lehre von dem Vielfachen als Gesetz vorlegte, welches späterhin bestätigt wurde. Die Streitigkeiten über die Priorität der Entdeckung von den Vielfachen durch Higgins, sind, da sie keinen wissenschaftlichen Werth haben, des Anführens nicht werth.

Um dieselbe Zeit fanden v. Humbold und Gay-Lussac, daß das Wasser aus 1 Raumtheile Sauerstoffgas und zwey Raumtheilen Wasserstoffgas gebildet werde. Letzterer entdeckte, als er dergleichen pnevmatische Versuche fortsetzte, daß allgemein die Gasarten sich verbinden, wie 1 : 1, 1 : $1\frac{1}{2}$; 1 : 2, 1 : 3 u. s. w. [γ]). Diese Erfahrung war der Dalton'schen Ansicht günstig, die Bestätigung derselben aber Dalton nicht genügend. Die Raumverminderung zweyer sich verbindenden Gase steht aber auch nach Gay-Lussac in sehr einfachem Verhältnisse zu dem Volumen derselben. Nach den gegebenen Versuchen kann man feststellen, daß 1. gleiche Räume sich gar nicht, oder auf die halbe, oder viertel Summe verdichten; daß 2. Stoffe, welche sich in dem Raumverhältnisse wie 1 : 2 verbinden, zu $\frac{2}{3}$ der Summe beyder Räume verdichtet werden; daß 3. Stoffe, deren Raumverhältniß bey einer Verbindung sich verhält, wie 1 : 3, zur halben Summe beyder Räume verdichtet werden.

α) Journal für Chemie und Physik. B. X. S. 355.
β) Ebendaselbst. B. XII. S. 87 ff.
γ) Mémoires de l'Academie d'Arcueil. Tom. II. Paris 1809.

Wir kommen jetzt zu Berzelius, welcher durch seine genaueren Untersuchungen der Stöchiometrie die meisten Dienste gethan hat. Er selbst sagt *), er sey erstaunt über das Licht, welches Richter's damals noch nicht benutzte Berechnungen über die Zusammensetzung der Salze und über die wechselseitige Fällung der Metalle, so wie über die ganze analytische Chemie verbreite. Aus seinen Untersuchungen gehe hervor, daß man die Zusammensetzung aller Salze berechnen könne, wenn man die von einer Säure mit allen Basen, und die einer Base mit allen Säuren bestimmt habe. Beschäftigt mit dieser Bestimmung wurde ihm die Zersetzung der Alkalien bekannt und auch die Dalton'sche Ansicht. Er suchte diese sowohl, als auch Bergmanns Gesetz, daß eine bestimmte Menge Säure in allen Oxyden (wozu nun auch Alkalien und Erden kamen), mit welchen sie Neutralsalze bilde, gleiche Mengen Sauerstoff voraussetze, zu prüfen. Auf diesem Wege fand er 1. die Ansicht Daltons von den Vielfachen bestätigt; 2. zeigte er, daß, wenn sich A und B beyde mit C und D verbinden können, die Mengen von C und D, welche A sättigen, im geraden Verhältnisse stehen mit den Mengen, welche B sättigen; 3. fand er das Gesetz eines gemeinschaftl. Divisors in Hinsicht der Sauerstoffantheile in aus Oxyden bestehenden Verbindungen in seiner ganzen Ausdehnung; 4. lehrte er, daß brennbare Stoffe sich so verbinden, daß, wenn sie bis auf einen gewissen Grad oxydirt werden, sie dem Gesetz unter 3. folgen. Dieses dritte und vierte Gesetz dehnte er auch über die Mineralien aus, und erschuf auf diese Weise ein mehr wissenschaftliches Mineralsystem, dem zwar von mehreren Seiten Zweifel entgegengesetzt wurden, durch welche es aber nicht umgestoßen, sondern nur von seinen Mängeln befreyet werden konnte. Seit der Zeit benutzen die Analytiker die Proportionslehre als ein Prüfungsmittel ihrer Untersuchungen,

*) Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen. S. 17.

wie Rose schon früher. Auch die verbunden organischen Stoffe unterwarf er der chemischen Untersuchung und suchte deren Gesetze aufzufinden, von welchen eins mit dem unter 3. gegebenen völlig gleich ist. Endlich suchte er die Verwandtschaft der Körper durch Ausgleichung der Elektricitäten darzustellen, indem er ein elektrochemisches System, und hierauf eine neue, der französischen ähnliche, Nomenclatur, entwarf. Die Untersuchungen, welche er über die chemischen Proportionen angestellt hat, finden sich in mehreren Abhandlungen [α]).

Prout [β]) wieß das Verhältniß der specifischen Gewichte der Körper in ihrem gasförmigen Zustande zu ihrem Atomengewichte nach; zugleich war er der erste, der da meinte, die stöchiometrische Zahl des Wasserstoffs ließe sich ohne Rest in die stöchiometrischen Zahlen aller übrigen Stoffe dividiren. Thomson [γ]) selbst giebt nun an, daß sich alle in Gasform existirende Körper in drey Klassen bringen lassen, nämlich 1. wo das specifische Gewicht des Körpers und das relative Gewicht eines Atoms gleich sind, 2. wo das specifische Gewicht halb so groß und 3. wo es $\frac{1}{4}$ so groß, als das Gewicht eines Atoms ist.

Um dieselbe Zeit bearbeitete Meineke dieselbe Materie, nur daß er das specifische Gewicht der Stoffe in ihrem festen Zustande aufsuchte, und dieses mit den relativen Gewichten verglich. Diese seine Ansicht hat er niedergelegt in seinem Werke: die chemische Meßkunst, oder Anleitung die chemischen Verbindungen nach Maas und Gewicht zu bestimmen. Halle und Leipzig 1815. 8. wozu 1817 Erläuterungen herauskamen. In diesen Erläuterungen giebt er im letzten Kapitel einen Versuch, die physikalischen Eigenschaften mit den chemischen zu vergleichen, der oben bereits angeführt ist.

α) Afhandlingen i Fys. Kemi och Mineralogi. im 3ten—6ten Hefte, und in den Konigl. Vetensk. Akadem. Handlingar f. d. Jahr 1815.

β) *Thomson's* Annals of nat. Philosophy 1815. Nov. VI. 321. ff. und 1816. Febr. VII. 111. ff.

γ) Annals. 1816. Mai. p. 343. ff.

Seit Hauy hatte man geglaubt, daß, da Krystalle von gleicher qualitativer und quantitativer Mischung gleiche Kerngestalten haben müssen, sich auch umgekehrt von gleichen Kerngestalten auf gleiche Qualitäten und Quantitäten in der Mischung schließen lasse; allein Mitscherlich zeigte, daß Körper von verschiedener Zusammensetzung, wenn sie nur gleiche Anzahl von Atomen aufnehmen und diese gleich vertheilen, gleiche Kerngestalten, ja sogar gleiche secundäre Formen hervorbringen können; daß ein und derselbe Körper aus einerley Stoffen und in einerley Verhältnisse verbunden, zwey verschiedene Formen annehmen könne. M. s. den Artikel: **Krystallisation**. B. IX. S. 573. ff. Es ist hier ein anderer Zusammenhang der Cohäsion mit der Masse gegeben, als durch Meineke, der ebenfalls die größte Aufmerksamkeit in dieser Hinsicht verdient.

Endlich kann noch aufmerksam gemacht werden auf verschiedene Reihen von neuen Verbindungen, z. B. auf Oxysulfurate, auf die Knallsäuren, auf Cyanverbindungen, auf Pyrophore u. s. w. welche alle zum Theil noch einer Sicherstellung bedürfen. Alle diese Verbindungen sind von zu wichtigem Einfluß auf die Stöchiometrie und Elektrochemie, als daß man nicht wünschen sollte, mit ihnen aufs Reine gekommen zu seyn.

Eine weitere Entwickelung und geschichtliche Ausführung dieses Artikels gehört mehr zur Chemie, als hieher. Es scheint mir hinreichend zu seyn, nur die hauptsächlichsten bekannt gewordenen Systeme angeführt zu haben. Wer sich in diesem noch zu bebauendem Felde weiter umsehen will, dem ist vorzüglich das schöne Werk von **Bischoff** *) zu empfehlen.

Außer den im Theile VIII. dieses Wörterbuchs S. 409. angeführten Schriften verdienen besonders noch angemerkt zu werden:

---

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XIV. p. 72. f.

Verbindungsverhältniß- oder chemische Aequivalententafeln in Raum- und Gewichtstheilen der einfachen und zusammengesetzten Körper des unorganischen Reichs u. s. w. von Theod. v. Grotthuß. Nürnberg 1821. Fol. Handbuch der theoret. Chemie von Leop. Gmelin. 3te Aufl. Frankfurt a. M. 1826. Anfangsgründe des chemischen Theils der Naturwissenschaft von Meißner. Wien 1819—1822. bis jetzt IV. Bände.

Strontium (strontium) (N. A.) ist die metallische Grundlage der Strontianerde, welche zuerst von H. Davy im Jahre 1808 ist entdeckt worden. Es hat dieses Metall viel Aehnlichkeit mit dem Barium. Davy erhielt es in zu geringer Menge, um seine Natur genauer zu untersuchen. Es schien feuerbeständig, schwer, schmelzbar und nicht flüchtig zu seyn. An der Luft wurde es in Strontianerde verwandelt, und Wasser zersetzte es mit großer Heftigkeit, wobey Wasserstoffgas erzeugt und eine wässerige Auflösung von Strontianerde gebildet wurde.

Nach Berzelius ist die Strontianerde aus 85,9 Strontium und 14,1 Sauerstoff; nach Stromeyer aus 84,669 Strontium und 15,331 Sauerstoff zusammengesetzt.

T.

Tantalum, Columbium (Zus. z. S. 726. Th. VI.). Herr Berzelius hat diejenigen Fossilien, welche Tantalum enthalten einer neuen Untersuchung unterworfen, und ihre Bestandtheile verschieden gefunden. In Hinsicht der Reduktion dieses Metalles hat er in Verbindung mit den Herrn J. G. Gahn und H. P. Eggartz die gelungensten Versuche angestellt. Es wurde hiezu ein gut durchbrannter Kohlentiegel, dessen Höhlung ein Loch von der Dicke einer Gänsefeder und von der Länge von 1½ Zoll bildete, angewendet. In diese Höhlung preßte man das Tantaloxyd so fest, als es der Tiegel aushalten konnte, hinein, und verstopfte die Oeffnung mit einem passenden Kohlenpfropf. Dieser Kohlentiegel wurde auf

die gewöhnliche Art in einen hessischen Tiegel gesetzt, und die Substanz eine ganze Stunde in dem Gebläse einer guten Esse erhalten. Nach dem Abkühlen der Probe lag in dem Loche des Tiegels ein Metallklumpen. Aus mehreren auf diese Art angestellten Versuchen wurde folgendes Resultat erhalten:

Tantalum	94,8	—	100	—	1823
Sauerstoff	5,2	—	5,485	—	100

Das auf diese Art gewonnene Tantalmetall besitzt einen gewissen Zusammenhalt, welcher nach den verschiedenen Wärmegraden bey der Reduktion verschieden zu seyn scheint. Seine kleinsten Theile sind sehr hart, so daß sie auf dem Glase, das man mit ihnen streicht, Spuren zurücklassen.

Wollaston fand das specifische Gewicht dieses Metalls = 5,61. Es hat eine dunkelgraue Farbe, und wenn man es schabt, einen eisenähnlichen Glanz. Es läßt sich zu Pulver reiben, welches dunkelbräunlich ist, und nicht den geringsten Metallglanz hat. In diesem Zustande verändern es weder Salpeter-, Salz- noch Salpetersäure, wenn man es auch mehrere Tage digerirt. Mit andern Metallen läßt sich das Tantalum vereinigen.

M. s. **Klaproth's** Supplemente. Artikel: **Tantalum**.

Teleologie (Zus. z. S. 18. Th. V.). Herr **J. A. H. Reimarus** *) hat mit vielem Scharfsinn die zweckmäßige Einrichtung in den drey Reichen der Natur untersucht. Zuerst handelt er von dem Zwecke der unorganischen Welt, und bemerkt ganz richtig: Wer sich nur mit oberflächlicher Ansicht dieser natürlichen Kunstwerke begnügt, oder, wer sie mit allgemeinen Ausdrücken von Wirkungsart (Polarität, Potenzen, Faktoren u. s. f.) abfertigt, ohne ihren mannigfaltigen Zusammenhang näher zu betrachten, der beraubt seinen Verstand einer

*) Ueber die zweckmäßige Einrichtung in allen Reichen der Natur, Teleologie genannt. Hamburg 1817. 8.

ihm so nützlichen Nahrung, und seinen Geist eines dauerhaften, überall dargebotenen und wichtigen Einfluß habenden Vermögens. Besonders widerlegt er sehr scharfsinnig die Behauptung mehrerer Naturphilosophen, welche durch eine Fügung der Nothwendigkeit der Naturgesetze die Entstehung der Natur ableiten, oder die den letzten Grund aller Ordnung in der Aeußerung einer allgemeinen Weltvernunft, eines allgemeinen Lebens, oder eines ursprünglich ewig bildenden Weltprincips suchen, das sich zwar im Menschen mit Bewußtseyn, als Denkkraft, entfalte, im Weltganzen aber sich seiner selbst nicht bewußt wäre. Ueber letztere Meinung sagt Reimarus: Wenn sich nun jetzige, vor aller Zweckmäßigkeit sich die Augen schließende (also eigentlich Misosophen) dieses sagen; so täuschen sie sich mit Worten, die eine gleichsam schwebende, nirgends hausende Kraft, andeuten sollen, aber auf ein Nichtwesen hinauslaufen. Nach der allgemeinen Betrachtung geht er zur speciellen über, und sucht zu beweisen, daß nicht allein in der organischen Welt, sondern auch in der unorganischen durchaus eine stetige Zweckmäßigkeit herrsche. Er sucht überall seine Ideen mit Kant's Meinungen zu vereinigen. Zuletzt folgen die aus dem Thierreiche genommenen Beweise für Teleologie. Am Ende sagt alsdann Reimarus; das Zweckmäßige, Künstliche, Vollkommene, welches dadurch erhalten wird, rührt also offenbar von dem Urheber her, welcher die Naturkräfte der Thiere so bestimmt, und der ganzen übrigen Natur gemäß eingerichtet hat. Der Einsicht des Thieres kann es so wenig zugeschrieben werden, als der Vorsorge des Baumes, daß er gegen den Winter seine Knospen mit eigenen, wohl verklebten Deckblättern bewahrt. Zuletzt sagt er endlich: Alles, wohin wir uns mit äußern Gedanken wenden, zeigt also — es ist nothwendig ein wissend wirkendes Urwesen, welches alles überschauet und von Ewigkeit her die Gesetze des unermeßlichen Weltganzen nicht allein zum Bestande, sondern zum Wohlstande, bestimmt hat, d. i. nach mensch-

lichem Ausdrucke, ein allweiser, allmächtiger, lebendiger Gott, der, wie Kant wohl erinnert, nicht als oberstes Glied der Kette von Wesen, sondern als Grund von allem Daseyn anzusehen ist.

Tellurium (Zus. z. S. 727. Th. VI). Berzelius fand, daß das Tellur folgende höchst merkwürdige Eigenschaft besitzt: indem es sich nur mit einem Antheile Sauerstoff verbindet, so hat doch das dadurch erzeugte Oxyd nicht allein die Merkmale einer Säure und verbindet sich mit Grundlagen, kann folglich in dieser Hinsicht Tellursäure genannt werden, sondern es zeigt auch dieses Oxyd alkalische Merkmale, da es mit den Säuren Salze bildet, in welchen es die Stelle einer Grundlage vertritt.

Im Jahre 1808. bemerkte Ritter *) bey seinen Versuchen: Kalium durch Einwirkung der galvanischen Elektricität, mittelst Metallen als negativen Leitern, darzustellen, daß sich das einzige Tellurium hiezu nicht eignete. Dabey bemerkte er aber auch zugleich, daß, wenn er den elektrischen Kreis in Wasser, welches mit zwey Oberflächen des Tellurium in Berührung war, schloß, die positive Fläche des Tellurium Sauerstoffgas entwickelte, während an der negativen kein Wasserstoffgas erschien, sondern ein braunes Pulver sich abschied, welches er für eine Verbindung des Tellurium mit Wasserstoff hielt. Er war daher der Meinung, der Grund, warum er mit Tellurium kein Kalium darstellen könnte, liege darin, daß das Tellurium dem Wasserstoffe näher, als das Kali verwandt sey. Nach der Zeit haben H. Davy und Berzelius das Daseyn einer solchen Verbindung bestätigt, und ihre Eigenschaften untersucht. Man gewinnt sie auf folgende Art: Ein Gemenge aus Telluroxyd, Kali und Kohle wird der Rothglühehitze ausgesetzt, nachher in eine Retorte geschüttet, mit verdünnter Schwefelsäure über-

*) Gehlen's Journal der Chemie, Physik und Mineralogie. B. V. S. 445.

gossen, und der Hals der Retorte in ein Gefäß mit Quecksilber eingetaucht. Es entbindet sich eine Menge Gasart, welche in mit Quecksilber angefüllten Gefäßen aufgefangen werden kann. Dies Gas ist durchsichtig und farbenlos, wie unsere atmosphärische Luft, und besitzt auch die mechanischen Eigenschaften derselben. Sein Geruch ist streng und eigenthümlich, und hat viel Aehnlichkeit mit dem des schwefelhaltigen Wasserstoffgases. Es brennt mit bläulicher Flamme, wobey Telluroxyd abgesetzt wird. In Wasser löset es sich auf, und ertheilt demselben eine bleichrothe Farbe. Davy konnte es nicht ausmitteln, ob es blaue Pflanzenfarben röthet. In anderer Hinsicht besitzt es die Eigenschaften einer Säure, es verbindet sich mit Alkalien und fällt die meisten metallischen Auflösungen, wie der Schwefel-Wasserstoff; so, daß es daher auch Salze giebt, in welchen der Tellurwasserstoff die Stelle einer Säure vertritt. Berzelius suchte auf indirectem Wege zu zeigen, daß die Bestandtheile des Tellur-Wasserstoffs sind

Tellurium	98,088	—	100,00
Wasserstoff	1,911	—	1,948
	99,999		

Bringt man Tellur in Chlor, so entzündet es sich von selbst. Das daraus gebildete Chlor-Tellur ist weiß und halbdurchsichtig. Wird es erhitzt, so entstehen Dämpfe und krystallisirt.

M. s. Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. V. S. 348. ff. B. VII S. 311. ff. Davy's Elemente, übers. von F. Wolff. S. 376. ff. Klaproth's Supplemente, Artikel: Tellurium.

Thau (Zus. z. S. 32. Th. V.). Die schönsten und besten Beobachtungen, welche bey der Entstehung des Thaues wahrgenommen werden, sind von D. Wells *) gemacht worden. Sie geben die hinreichensten Data, fast

*) An Essay on Dew and several appearances connected withit; by *Will. Char. Wells*. London 1815.

unter allen Umständen die Erscheinungen, welche der Thau darstellt, zu erklären. Um desto mehr finde ich es daher für nöthig, einen gedrängten Auszug mitzutheilen.

Schon Aristoteles hatte bemerkt, daß der Thau nur in heitern und stillen Nächten entsteht. Wells schließt aus seinen sorgfältig angestellten Beobachtungen, daß unter entgegengesetzten Umständen nur sehr wenig Thau abgesetzt werde, so wie dies derselbe Fall ist, wenn die Wolken sehr hoch sind. Bey heiterer Witterung wird noch vor Sonnenuntergang am Grase, welches im Schatten steht, Thau wahrgenommen, nach Sonnenuntergang entsteht er in solcher Menge, daß er Tropfen bildet, und die ganze Nacht hindurch thauet es. Das letztere wurde dadurch überzeugend dargethan, daß Wells stündlich Flöckchen von Wolle auslegte, und sie beständig nach einer Stunde naß fand. Wenn sich aber nach einem heitern, thaureichen Abend der Himmel dick überzieht, so findet keine Vermehrung des Thaues mehr Statt, sondern er vermindert sich vielmehr. Eben dies erfolgt auch bey starken Winden. Ist hingegen bey heiterer Witterung der Himmel nur zum Theil bewölkt, so wird mehr Thau niedergeschlagen werden, als wenn er ganz unbedeckt wäre. Die Menge des Thaues hängt zum Theil von dem Verhältnisse der Feuchtigkeit in der Atmosphäre ab, und es thauet daher stärker nach Regen, als nach lang anhaltender trockener Witterung. Auch ist er reichlicher, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur des Tages und der Nacht beträchtlicher ist; daher thauet es im Frühlinge und Herbste mehr, als im Sommer unter gleichen Umständen. Eine größere Sonnenwärme befördert unter sonst günstigen Umständen, den Thau, weil die warme Luft mehr undurchsichtigen Dampf aufnehmen kann, als eine kältere Luft bey einerley Erhöhung der Temperatur. Daher erklärt sich der starke Thau in der heißen Zone. In Europa thauet es auch stärker bey Süd- und Westwinden, als bey Nord- und Ostwinden. Die Lage der See bestimmt das Verhältniß der Winde

zum Thau; denn in Egypten bemerkt man selten zu einer andern Zeit Thau, als wenn die Nord- oder Passatwinde wehen.

Außer diesen Beobachtungen giebt Wells auch noch diese an, daß bey einerley heiterer und stiller Witterung von Mitternacht bis Sonnenaufgang mehr thauet, als von Sonnenuntergang bis Mitternacht, wovon die größere Kälte im letzten Theile der Nacht die Ursache zu seyn scheine.

Aus einer großen Menge von Thatsachen, Versuchen und Beobachtungen hatte Wells folgenden Satz aufgestellt: **Ehe die Körper bethauet werden, müssen sie eine größere Kälte, als die umgebende Luft, erhalten.** Wells legte nach einer lang anhaltenden trockenen Witterung beym heitern und ruhigen Himmel 28 Minuten vor Sonnenuntergang bestimmte Gewichte Wolle und Eiderdunen auf eine glatte, nicht mit Farbe angestrichene und vollkommen trockene Tafel aus Tannenholz 5 Fuß lang, 4 Fuß breit und fast 3 Fuß hoch. Die Tafel war eine Stunde vorher, während die Sonne schien, auf eine große ebene, mit Gras bedeckte, Fläche gestellt worden. Zwölf Minuten nach Sonnenuntergang war die Wolle 14 Grad kälter als die Luft, und hatte doch am Gewicht nicht zugenommen. Die Menge der Elderdunen war größer als die der Wolle, und sie wurde um dieselbe Zeit um 13° kälter, als die umgebende Luft, gefunden, ohne daß man die geringste Zunahme am Gewichte bemerkt hatte. Nach abermaligen 20 Minuten Zeit waren die Elderdunen um $14\frac{1}{2}$° kälter, als die benachbarte Luft, und immer hatten sie noch nicht am Gewicht zugenommen. Erst nachdem sie einen größern Grad der Kälte, als die umgebende Luft hatte, angenommen, zeigte sich der Thau.

Eine aus Wells vielfältig angestellten Beobachtungen hervorgehende Erfahrung von Gewicht ist besonders diese, daß eine desto geringere Menge Thau auf den Körpern niedergeschlagen wird, je weniger sie unter dem

freyen Himmelsgewölbe sich befinden. Ein Flocken Wolle auf der obern Seite eines Brettes, und ein eben so großes an der untern Fläche befestigt, waren so ungleich bethauet, daß das obere in verschiedenen Nächten 14, 19, 11, 20 Gran, das untere in derselben Zeit 4, 6, 2, 4 Gran am Gewichte gewonnen hatte. Ferner verfertigte Wells aus einem Bogen Pappe ein Schutzdach, so daß der Winkel des Dachs 90° betrug und beyde Enden offen blieben. Dieses wurde an einem Abend mit dem Rücken nach oben hin auf einer Grasfläche in der Richtung des Windes gestellt. Alsdann legte er 10 Gran weiße, mäßig feine, nicht künstlich getrocknete Wolle mitten unter das Schutzdach aufs Gras, und eine gleiche Menge auf eine andere Stelle der Grasfläche über dem freyen Himmelsgewölbe. Am Morgen fand sich, daß die bedeckte Wolle nur 2 Gran, die unbedeckte aber 16 Gran am Gewichte zugenommen hatte. In derselben Nacht machte er den Versuch noch auf eine andere Art, indem er einen hohlen Cylinder aus Thon von 1 Fuß Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe senkrecht auf das Gras stellte. Auf das Gras um den äußern Rand des Cylinders herum legte er 10 Gran Wolle, welche in dieser Lage, da nicht der geringste Wind wehete, eben so viel Thau, als eine gleiche Quantität unter völlig freyem Himmel liegende Wolle hätte erhalten müssen. Da aber diese Wolle doch theilweise vom Cylinder geschützt wurde, so hatte sie nur 2 Gran Feuchtigkeit eingesogen, während dieselbe Menge frey liegender Wolle 16 Gran Feuchtigkeit eingesogen hatte. Hieraus geht also unläugbar hervor, daß zur Beförderung des Thau-Niederschlages die Körper unterm freyen Himmelsgewölbe sich befinden müssen.

Damit ein Körper den größtmöglichsten Grad der Kälte und daher einen vollkommenen Thauniederschlag erhalte, scheint in diesem andern Umstande zu liegen, daß er in völliger Ruhe sich befinde. Außerdem muß auch der Körper, welcher der Bethauung ausgesetzt wird, auf einem ziemlich ausgedehnten festen Körper liegen.

Wolle, welche in der freyen Luft aufgehangen war, nahm nicht so viel Thau an, als die unter gleichen Umständen auf einem Brette liegende. Aber auch die Beschaffenheit des Körpers, worauf die Wolle lag, hatte auf die Menge des Thaues, welche sie erhielt, Einfluß. Eine Wollflocke auf Gras gelegt, nahm in einer und derselben Nacht 16 Gran, eine gleiche in einem mit Sand überdeckten Fußwege 9 Gran, und eine dritte auf einem unbewachsenen Beete von Gartenerde 8 Gran Thau auf. Hier zieht nicht etwa die Wolle Feuchtigkeit durch die Haarröhrchen-Thätigkeit vom Grase an; dem dieselbe Wirkung erfolgt, wenn sie auf eine Schaale oder einen Teller ist gelegt worden. Jene Ungleichheit des Bethauens muß also davon abhangen, daß die freye Oberfläche eines sandigen Bodens oder eines Gartenbeetes wenig bethauet. Lag ein Körper auf irgend einer Fläche, wo er mehr erkältet wird, als auf einer andern, so thauete es auch im ersten Falle stärker, als im andern. So wurde Wolle einige Füße über dem Boden auf ein Bret gelegt weit kälter, als wenn sie auf dem Erdboden selbst lag, und wurde mithin weit stärker bethauet, als auf dem Gras. An dem, dem Winde ausgesetzten Ende des Brettes war sie weniger bethauet, als an dem beschützten.

Daß die verschiedenen Arten der Körper mit einer außerordentlich verschieden Menge von Thau unter einerley Umständen belegt werden, ist längst beobachtet und im Artikel angegeben worden. So nehmen rauhe und poröse Oberflächen, z. B. Holzspäne, mehr Thau auf, als glattes und polirtes Holz; und rohe Seide und feine Baumwolle übertreffen in dieser Hinsicht selbst die Wolle. Vorzüglich werden glänzende und polirte Metalle sehr wenig bethauet; und sie auch bey sehr starkem Thau endlich belegt werden, so geschieht dies doch nur in einem sehr schwachen Grade. Ja es findet selbst unter den verschiedenen Metallen eine große Verschiedenheit in der Belegung des Thaues Statt; Eisen, Bley, Zink

und Stahl, selbst Platina werden weit eher behauet, als Gold, Silber, Kupfer und Zinn.

Es ist bereits oben bemerkt worden, daß Wells den Grund der Verschiedenheit der Körper in Hinsicht der Bethauung seinen Versuchen zu Folge darin sucht, daß sie in verschiedenen Graden in der atmosphärischen Luft kälter werden, als die umgebende atmosphärische Luft. Wells sieht daher nicht, wie man vor ihm glaubte, die Kälte als die Wirkung des Thaues an, sondern betrachtet vielmehr die Kälte als wirkliche Ursache desselben. Um die Verschiedenheiten der Kälte derjenigen Körper, welche der freyen Luft zur Bethauung ausgesetzt waren, so viel als möglich genau zu bestimmen, gebrauchte er Thermometer mit Kugeln von 2 Linien Durchmesser, welche mit Silber- oder Goldblättchen überzogen, mithin äußerst empfindsam waren. Auf diese Art fand er, daß z. B. das Gras, welches bethauet war, eine größere Kälte besaß, als die Luft, welche 1 Zoll hoch darüber sich befand, und in höhern Luftschichten war auch die Wärme desto größer, so daß bisweilen der Unterschied in der Temperatur des Grases und der Luft in 4 Fuß Höhe über dem Boden auf 12 Grad Fahrenheit und noch größer war. Dieser Unterschied findet am stärksten bey ganz heiteren und stillen Nächten Statt. Wird die Nacht wolkig, nachdem sie vorher heiter war, so erfolgt, wenn auch in der Atmosphäre die Ruhe dieselbe bleibt, beständig eine beträchtliche Veränderung in der Temperatur des Grases. Hatte in einer solchen Nacht das Gras eine um 12 Grade kältere Temperatur als die Luft, so wurde es später nur um 2 Grade kälter, während die atmosphärische Luft dieselbe Temperatur behielt. In einer andern Nacht wurde das Gras binnen $1\frac{1}{2}$ Stunde um 9 Grad wärmer, und in einer dritten Nacht stieg die Temperarur des Grases in weniger als 45 Minuten um 15 Grad, während die der benachbarten Luft nur um $3\frac{1}{2}$ Grad zunahm. In einer vierten Nacht betrug die Temperatur des Grases um $9\frac{1}{2}$ Uhr 32 Grade; 20 Minuten darauf hatte sie 39°,

während der Himmel sich mit Wolken umzogen hatte. Als nach 20 Minuten der Himmel wieder heiter geworden war, betrug die Temperatur des Grases wieder 32°. Ein im Grase liegendes Thermometer wird mannichmal um mehrere Grade steigen, sobald eine Wolke den Scheitel eines heitern Himmels einnimmt.

Wenn in einer heitern und ruhigen Nacht verschiedene Thermometer an verschiedene Orte gestellt, und zuletzt in gleicher Zeit untersucht wurden, so fand man beständig, daß diejenigen den niedrigsten Stand hatten, in deren Umgegend der meiste Thau gefallen war. Ein Thermometer, welches die auf einer Tafel liegende Wolle berührte, war 9° niedriger, als dasjenige, welches die auf der untern Seite dieser Tafel befestigte Wolle berührte; das von dem pappenen Dache beschützte Gras, und das von thönernem oder pappenem Cylinder bedeckte Gras zeigte eine um 10° größere Wärme an, als das dem freyen Himmelsgewölbe ausgesetzte. Und eben so zeigte sich jederzeit auf den weniger beschützten Körpern zugleich mehr Thau und zugleich eine größere Kälte. Bey allen bereits angeführten Erscheinungen in Hinsicht der Bethauung der Körper fand allemal an stärker bethauenden Körpern auch eine größere Erkältung derselben Statt. Die auf einer Tafel liegende Wolle war 4° kälter, als die eben so hoch in der Luft hangende; erstere war auch in ganz stillen und heitern Nächten ein wenig kälter, als die nahe an der Erde auf dem Grase liegende. Noch deutlicher zeigte sich die Verschiedenheit der Temperatur zwischen Gras, dem Sandfußwege und dem nackten Gartenlande, indem diese letztern viel wärmer, als Gras, ja mannichmal wärmer als die Luft waren, z. B. das eine Mal $2\frac{1}{2}$ Stunden nach Sonnenuntergang der Sandfußweg $16\frac{1}{2}$ Grad, die bloße Gartenerde $12\frac{1}{2}$ Grad wärmer als das Gras; obgleich die Stellen, wo die Beobachtungen angestellt wurden, nahe bey einander, und dem Himmelsgewölbe gleich frey ausgesetzt waren. In derselben Nacht ward es späterhin wolkigt, und nun war

bey Sonnenaufgang der Sandfußweg nur 6°, die bloße Gartenerde 4° wärmer als das Gras, indem die Temperatur des Grases merklich zugenommen hatte, während sie bey den erstern Körpern etwas abnahm. In dieser Nacht erhielt die Wolle auf der bloßen Erde nur ½ Gran Thau, und die Wolle auf dem Fußwege gar keinen.

Polirte Metallflächen von wenigstens 25 Quadratzollen, welche auf dem Grase lagen, waren gewöhnlich einige Grade wärmer als die Luft, und dann ganz unbethauet; das freye Gras besaß eine viel größere Kälte. Die beträchtliche Wärme jener Metallflächen stand mit der des darunter bedeckten Grases in Verbindung, und dieses erhielt seine Wärme aus der Erde, welche besonders in thaureichen Nächten beständig ½ Zoll oder 1 Zoll unter der Oberfläche viel wärmer gefunden wird, als das Gras oder die Luft über der Erdoberfläche. Bethauete Metallplatten sind immer kälter, als unbethauete. Wenn auf einer im Grase liegenden Metallplatte sich Thau fand, so war das Gras unter ihr allemal kälter, als das Gras unter einer unbethaueten Platte. Eine Metallplatte, welche, in der Luft über der Erdfläche befestigt, bethauet war, zeigte jederzeit eine größere Kälte, als eine auf dem Grase unbethaute liegende. Alsdann erkalteten die Metalle am meisten, wenn andere Körper sehr viel kälter, als die umgebende Luft waren; aber beträchtlich große polirte Metallflächen wurden nie über 3 bis 4° kälter, als die sie umgebende Luft, während die Abkühlung anderer Körper gar sehr viel mehr betrug. Kleine Metallstücke kühlten sich mehr ab, wenn sie mit dem kalten Grase in Verbindung waren.

Aus allen diesen Beobachtungen erhellet es ganz deutlich, daß diejenigen Körper am stärksten bethauet werden, welche in einer und derselben Zeit am stärksten abgekühlt werden. Da nun aber die verschiedenartigen Körper zu einerley Zeit eine verschiedene Abkühlung erfahren, so sieht man leicht, daß sie auch verschiedentlich bethauet werden. Nach den Erfahrungen des Herrn Wells sind die fase-

rigen, federigen Körper, als Wolle, Seide, Flaumfedern, Baumwolle, diejenigen, welche am meisten abgekühlt, mithin auch am meisten mit Thau belegt werden. Wolle ist weniger als Seide, Baumwolle und Flachs, ja selbst weniger als weißes Papier und frisches Stroh dem Bethauen ausgesetzt; Flaumfedern erkalten und bethauen am meisten. Diesen Körpern folgen fein gepulverte Kohlen, fein gestoßenes Glas, Kalk u. dergl. Noch weniger Thau nehmen Glasplatten, Ziegel, Eichenholz u. s. f. auf. Metalle bethauen am spätesten. Auch die Oberfläche des Schnees ist bey heitern Nächten kälter als die Luft; legt man aber Flaumfedern auf den Schnee, so sind diese immer noch kälter, oft 4 bis 5°, als die Oberfläche des Schnees.

In heitern Nächten fällt beständig die Temperatur, es mag Thau (welches von der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft abhängt) fallen oder nicht. Wäre nun die Kälte wirklich die Wirkung des Thaues, so müßte die mit dem Thau verbundene Kälte beständig im Verhältnisse mit der Menge dieser Flüssigkeit stehen, welches aber der Erfahrung gänzlich widerspricht. Nimmt man dagegen an, daß der Thau eine Flüssigkeit ist, aus der Atmosphäre durch die Kälte des Körpers gefällt, auf welchem sie erscheint, so kann derselbe Grad der Kälte in dem fällenden Körper mit viel, mit wenig, oder mit gar keinem Thau, je nach dem bestehenden Zustande der Luft hinsichtlich der Feuchtigkeit, begleitet seyn; — und alle diese Umstände finden auch in der That Statt. Die wirkliche Fällung des Thaues ist jederzeit mit Wärmeentwickelung verbunden.

Schon einige wenige Grade Temperaturverschiedenheit zwischen dem Gras und der Atmosphäre sind zur Thaubildung hinreichend, wenn der gehörige Zustand der Luft vorhanden ist. Die Behauptung, daß der Thauniederschlag jederzeit mit Wärmeentwickelung verbunden ist, gründet sich auf unläugbare Beobachtungen. So war einmal das Gras $7\frac{1}{2}$° kälter als die Luft, vor dem be-

deutenden Thauniederschlage, und, nachdem der Thau sich reichlich gezeigt hatte, nur 4° kälter. Aus der Wärmeentwickelung, welche bey reichlich fallendem Thaue sich ereignet, kommt es auch, daß man gegen Morgen einen geringern Unterschied der Temperatur zwischen Gras und Luft wahrnimmt, als Abends, weil nämlich des Morgens der Thau reichlicher fällt.

Es bleibt hier aber noch die Frage zu beantworten, durch welche Mittel wird die angezeigte Abkühlung der Körper, wenn sie bethauet werden sollen, bewirkt? Herr Wells hat die Frage auf eine sehr genügende Art aus den Forschungen der Herrn Leslie und des Grafen v. Rumford, aus welchen hervorgeht, daß verschiedene Körper die Wärme mit sehr verschiedenen Graden der Stärke ausstrahlen, beantwortet. M. s. weiter unten den Artikel: Wärme. Er bemerkt, daß blos in der Wirkung der Wärme, verbunden mit der hohlspiegelartigen Wirkung der Wolken oder anderer Bedeckungen, diese ausströmenden Wärmestrahlen zu reflectiren oder niederzuschlagen, welche bey freyem und heiterm Himmel würden zerstreuet werden, die Auflösung der bis jetzt unerklärten Erscheinungen des Thaues aufzusuchen sey. Wenn ein Körper unterm freyen Himmelsgewölbe sich befindet, so werden die von ihm ausgehenden Wärmestrahlen zerstreuet, und es muß folglich derselbe erkalten, weil ihm von keiner andern Seite wieder Wärme zugeführt wird. Ist aber dieser Körper mit andern gleich warmen Körpern umgeben, ohne daß mit denselben eine Berührung Statt findet, so kommt die von ihm ausstrahlende Wärme auf ihn zurück, und ersetzt wenigstens zum Theil das, was er an Wärme verlor. Auch während des Tages verlieren die Körper auf der Erde Wärme durch Ausstrahlung gegen den unbegrenzten Raum über uns; allein die Sonne bringt, so lange sie über dem Horizonte sich befindet, hinreichende Wärme zurück, um diese selbst bey beschatteten Körpern zu ersetzen. Zur Nachtzeit hingegen wird dieser Verlust an ausstrahlender Wärme, welche

nach Verschiedenheit der Körper auch verschieden ist, nicht wieder ersetzt, und er würde ohne Zweifel bey ganz heiterm und stillem Himmel noch weit größer seyn, als er von uns beobachtet wird, wenn nicht zur Seite liegende Körper sich die ausstrahlende Wärme einander mittheilten, und selbst beym Niederschlagen des Thaues nun Wärmeentwickelung statt fände. In einer sehr heitern, stillen und kalten Luft könnte die Kälte, welche eine beträchtliche Menge Wolle auf Schnee liegend unter einem völlig freyen Himmelsgewölbe zu erreichen im Stande wäre, wohl 30° Fahr. mehr betragen, als die Kälte der Luft in der Höhe von einigen Fußen, und wohl 40° mehr als die Luft in der Höhe von 200 bis 300 Fuß über der Erdfläche.

Aus diesem Verlust an Wärme durch Ausstrahlung, vermöge welcher die festen Körper kälter werden, als die umgebende Luft, läßt sich alles erklären, was über die ungleiche Abkühlung der verschiedenen Körper und des daher entstehenden Thaues bisher ist angeführt worden.

1. Befindet sich ein fester Körper an einer Stelle, wo er durch irgend einen andern Körper gehindert wird, eine ganz freye Richtung nach dem Himmelsgewölbe zu besitzen, so werden die von dem erstern Körper ausgehenden Wärmestrahlen, von dem andern aufgefangen und von da wieder zurück nach dem erstern reflektirt, mithin erkältet er weniger, als wenn er ganz frey unter dem Himmelsgewölbe sich befände. Hieraus erklärt sich also die geringere Abkühlung eines Körpers unter dem pappenen Schirme und dem thönernen oder pappenen Cylinder. Durch directe Versuche läßt es sich nicht ausmitteln, in wie fern die Wolken das Eintreten einer nächtlichen Kälte, welche auf der Oberfläche der Erde größer ist, als in der Atmosphäre, verhindern oder schwächen. Aus den Angeführten läßt sich aber schließen, daß sie diese Wirkung fast einzig und allein durch ausstrahlende Wärme hervorbringen, für welche sie wiederum die Wärme auffangen, welche die Erde ausstrahlt. Die Wärme,

welche entwickelt wird, wenn durchsichtige Dünste sich zu Wolken vereinigen, muß bald sich wieder verflüchtigen; ist daher der Himmel die ganze Nacht hindurch mit Wolken bedeckt, so wird auf der Erde keine größere Kälte eintreten können, als in der Luft. Hiemit läßt sich auch auf eine genügende Weise die plötzliche Wärme erklären, welche man oft im Winter empfindet, wenn bey heller kalter Witterung ein Wolkenzug am Himmel sich einstellt. Gewöhnlich schreiben die Naturforscher diese plötzliche und mächtige Veränderung dem Freywerden der latenten Wärme der verdichteten Dünste zu; allein Wells thermometrische Beobachtungen über die schnellen Wechsel der Temperatur eines sich umwölbenden oder heiter werdenden Himmels, machen diese Meinung unhaltbar. Man findet die Atmosphäre, selbst in mäßigen Höhen, von ganz gleichförmiger Temperatur, während Körper auf der Oberfläche der Erde große Veränderung in ihrer Temperatur erfahren. Dieser Umstand allein wirft die Hypothese, welche aus der Lehre der latenten Wärme genommen ist, gänzlich um. Herr D. Wells überzeugte sich auch nach dieser Erklärung, daß nämlich die Körper durchs Ausstrahlen der Wärme kälter werden, über die zweckwidrige Anwendung derjenigen Mittel, welche die Gärtner zur Beschützung zarter Pflanzen vor der Kälte häufig zu gebrauchen pflegen, indem sie eine dünne Matte, oder dergleichen ähnliche Substanzen darüber decken. Es schien ihm hiernach unmöglich, daß die Pflanzen nicht die Temperatur der Atmosphäre annehmen sollten, wodurch sie allein nach seiner Meinung beschädigt würden. Seine Beobachtungen ergaben, daß eine solche Beschützung nur alsdann von Nutzen seyn könne, wenn die Bedeckung die darunter befindlichen Körper nicht berühre. Er befestigte auf einem Grasplatze vier kleine Stöcke, welche 6 Zoll über das Gras hervorstanden, und so geordnet waren, daß sie ein Quadrat von 2 Fuß Seitenlänge bildeten. An diese vier Stäbe befestigte er ganz straff ein Taschentuch von dem

feinsten Kammertuche. Bey dieser Vorrichtung konnte die Luft von dem freyliegenden Grase sich auf das beschützte Gras verbreiten, und es war kein anderer Gegenstand vorhanden, außer dem dünnen Tuche, welcher auf das bedeckte Gras seine Wärme hätte ausstrahlen können. Das beschützte Gras zeigte ziemlich dieselbe Temperatur wie die Luft, während das unbeschützte 5° oder noch mehr kälter war. In einer Nacht war das völlig frey liegende Gras 11° kälter als die Luft, und das beschützte Gras war nur 3° kälter. Auf diese Art wirken auch zum Theil die Gartenmauern. Selbst der Schnee schützt die Pflanzen vor dieser verkältenden Ausdünstung.

2. Diejenigen Körper werden am meisten abgekühlt, bey welchen unter sonst gleichen Umständen und unter demselben Vermögen, durch Ausstrahlung Wärme zu verlieren, die Zuleitung mitgetheilter Wärme am geringsten ist. So wird eine kleine Menge Sand auf Gras gelegt stärker bethauet, als ein mit dicken Sand bedeckten Weg, weil der letztere mehr Wärme aus den tiefern Erdschichten zugeleitet erhält. Die faserigen und wolligen Körper werden auch vorzüglich dieserwegen mit so sehr abgekühlt, weil sie durch Mittheilung wenig oder gar keine Wärme zum Ersatze der von ihnen ausgestrahlten erhalten.

3. Wenn der Wind stark wehet, so werden die Körper nicht kälter als die umgebende Luft, weil die beständig neu herbeygeführten Lufttheilchen den Körper neue Wärme der Luft mittheilen.

4. Ein kleiner Körper, z. B. die Thermometerkugel, frey in der Luft aufgehängt, wird nicht so sehr abgekühlt, weil er von der umgebenden Luft mehr Wärme erhält, besonders da die an ihm anliegenden kalten Lufttheilchen, eben wegen der Kälte verdichtet herabsinken, und dadurch dem Zuflusse von wärmerer Luft Platz machen. Dies letztere findet auf der Oberfläche eines ausgedehnten horizontal hingelegten Körpers nicht Statt. Auch erhellet hieraus, warum die Abkühlung und der Thau

an der von dem Winde abgekehrten Seite stärker wahrgenommen werden, indem daselbst der Wind blos eine schon abgekühlte Luft vorbeyführe. Aus demselben Grunde lassen sich auch die nachtheiligen Wirkungen der Kälte in Thälern und eingeschlossenen Orten erklären, welche auf Anhöhen und freyen Plätzen nicht so häufig Statt finden. Es bleibt nämlich die kalte Luft an niedrigen Gegenden ruhend, und mithin ist die Mittheilung der Wärme aus der Luft, und der mit einiger Wärmeentwickelung begleitete Niederschlag hier geringer, weil die Luft sich nicht erneuert. Außerdem ist die Luft in heitern und stillen Nächten in den höhern Luftschichten weniger abgekühlt, welches ohne Zweifel von der starken Abkühlung der festen Körper, mit welchen die untern Schichten in näherer Verbindung stehen, abhängt; mithin befinden sich die Gipfel der Hügel in wärmern Luftschichten, und die an ihrer Oberfläche abgekühlte und mithin erdichtete Luft wird beständig niederwärts sich senken, und von oben durch wärmere ersetzt werden. Eben so bleiben oft des Nachts die Blätter der Bäume trocken, während die Grashalme mit Thau bedeckt sind; denn in der Höhe der Baumgipfel ist die Luft wärmer, und die an den Blättern in jedem Augenblicke abgekühlte Luft senkt sich, und es tritt von oben herab an dessen Stelle wieder wärmere Luft.

5. Was die glänzenden Metalle betrifft, so erkalten diese an ihrer Oberfläche weniger, weil sie am geringsten die Eigenschaft besitzen, durch Ausstrahlung Wärme zu verlieren. Hiezu kommt noch, daß bey ihnen nicht, wie bey schlecht leitenden Körpern, die Oberfläche kälter werden kann, als das Innere des Körpers; wenn sie daher auch nach und nach Wärme durch Ausstrahlung verlieren, so ersetzt sich diese wieder durch Zuleitung von Innen. Hierin liegt auch der Grund, warum Metallplatten horizontal in einiger Höhe aufgehängt, unten eben sowohl wie oben bethauet werden, weil nämlich die an der obern Fläche entstandene Abkühlung sich sogleich durch den gan-

zen Körper fortpflanzt, welches bey schlechtern Wärmeleitern der Fall nicht ist. Wenn Wolle auf Metall gelegt wird, so wird ihr von der größern Wärme des Metalles ein Theil zugeführt, und bethauet daher so leicht nicht.

Das Glas strahlt sehr schnell die Wärme aus, und wird daher eben so schnell bethauet. Ueberzieht man ein Stück Glas zum Theil mit polirtem Stanniol oder Silberfolie, so wird der unbedeckte Theil des Glases in Folge der Ausstrahlung schnell kalt, wenn man ihm einem klaren Himmel des Nachts aussetzt, und es wird folglich Thau auf ihn niederschlagen. Dies findet zuerst an den vom Metall entferntesten Theilen statt und nähert sich demselben nur allmählig. Ueberzieht man z. B. auf der Außenseite einen Theil einer Fenstertafel in einer heitern Nacht mit Stanniol, so wird auf der Innenseite an allen Stellen, nur nicht dem Metalle gegenüber, Feuchtigkeit abgesetzt werden. Wird aber das Metall auf der Innenseite angebracht, so wird das Glas unter und über dem Metall früher und reichlicher bethauet werden. Im erstern Falle hindert das Stanniol das unter ihm liegende Glas, seine Wärme auszustrahlen, und dieserwegen kann es nicht bethauet werden. Im zweyten Falle hindert das Stanniol das von demselben Glas, die Wärme des Zimmers aufzunehmen, und es wird daher in Folge der äußern Ausstrahlung früher erkältet als der übrige Theil der Fensterscheibe. Gold, Silber, Kupfer und Zinn sind schlechte Wärmeausstrahler und vortreffliche Wärmeleiter, werden daher nicht so leicht bethauet wie Platin, welches ein unvollkommener Wärmeleiter ist, oder als Bley, Zink und Stahl, welche die Wärme besser ausstrahlen. Dieserwegen wird der auf einer Metallfläche abgesetzte Thau oft verschwinden, während andere Substanzen in der Nähe naß bleiben, und ein absichtlich naß gemachtes Metall wird trocken werden, während benachbarte Körper Feuchtigkeit erhalten.

Aus den angeführten Beobachtungen und Betrachtungen sind daher alle einzelnen Umstände, welche beym

Bethauen vorkommen, vollständig und genügend erklärt.

Herr Muncke *) hat gegen Wells Theorie verschiedene Einwendungen gemacht, welche beachtet zu werden verdienen. Nehme man, bemerkt er, an, daß die bey Tage durch den Einfluß des Sonnenlichtes in der Atmosphäre erzeugte Wärme bey Nacht durch Strahlung in die Höhe gehoben werde, so müßten die Thermometer in den höhern Regionen zu dieser Zeit der Wahrscheinlichkeit nachsteigen, indem ihnen aus den untern, sehr erhitzten Theilen der Atmosphäre eine größere Menge Wärme zugeführt, als durch die obere entzogen würde, welches aber der Erfahrung widerstreite. Am räthselhaftesten bleibe hiebey aber die Erscheinung, daß die wässerige Feuchtigkeit der Atmosphäre nicht so, wie in allen ähnlichen Fällen, mit der Wärme zugleich in die Höhe steige, sondern als Thau tropfbar flüssig auf die Erdoberfläche niederfalle. Man denke sich, um dies Phänomen durch ein ähnliches zu prüfen, eine Kugel in der Mitte eines großen, mit feuchter Luft angefüllten, stark erhitzten Zimmers aufgehangen, so daß sie völlig die Temperatur desselben angenommen habe, und trocken sey, wie dies jederzeit der Fall seyn werde. Angenommen, daß die Temperatur außerhalb des Zimmers tief herabgehe, so werde die Wärme aus der Luft des Zimmers und aus der Kugel nach außen strömen und also die nämliche Strahlung oder zum mindesten ein ähnliches Verhalten eintreten, als bey der Entstehung des Thaues angenommen werde. Nach Wells Hypothese müßte nun die erkaltende Kugel feucht werden, welches aber aller Erfahrung widerstreite, indem sie vielmehr trocken werden würde, wenn sie vorher feucht gewesen. Dagegen wollten wir uns den Versuch anders modificirt gedenken, und annehmen, daß bey übrigens gleich bleibenden Bedingungen die Kugel hohl sey, und mit einem Stücke

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Physik. B. XXX. S. 200 ff.

Eis oder mit kaltem Wasser angefüllt werde. Sofort werde die Temperatur derselben abnehmen, und sie mit einer Menge Thau gerade so überzogen werden, als die Erde in heitern Sommernächten.

Nach Herrn Muncke erkaltet die Luft des Nachts nicht durch Strahlung gen Himmel, sondern die Erde, und ziehet hiernach die bey Tage aufgestiegenen Wasserdämpfe an, welche sich als Thau auf derselben anlegen. Die Temperatur der Erde unter ihrer Oberfläche sey überhaupt geringer, als diejenige der Oberfläche beym Auffallen der Sonnenstrahlen, und sobald daher das durch die letztern gegebene Aufregungsmittel der Wärme fehle, müsse sich nach den Gesetzen der Wärmeleitung die Wärme nach dem Innern hinziehen, dadurch die Oberfläche kälter werden, und aus den angrenzenden Luftschichten die Feuchtigkeit gerade so annehmen, als die Fensterscheiben eines wärmern Zimmers bey der Abkühlung der äußern Luft. Diese Erklärung, meint Herr Muncke, sey so natürlich und in den Gesetzen der Natur so nothwendig gegründet, daß man sich wundern müßte, wie Hr. Wells zur Aufstellung seiner Theorie einer Strahlung gen Himmel gekommen sey, und diese so viele Anhänger gefunden habe, wenn es nicht sehr allgemein im Geiste der Zeit und in der Natur der Menschen läge, das Einfache und das Natürliche zu verlassen, und Statt dessen das Zusammengesetzte und Künstliche um so mehr zu suchen und mit Vorliebe zu wählen, je mehr es neben dem Verstande auch die Phantasie beschäftige, und im Ganzen auf gewisse ganz dunkele zum mindesten unklare Worte zurückkomme. Das Wort: Strahlung, könne weit weniger mit dem Verstande begriffen, als von der Einbildungskraft, aufgefaßt werden, und das Wort: Himmel, wohin die Wärme strahlen solle, führe in ein weites und unbekanntes Gefilde, worüber sich in diesem Falle weit mehr träumen, als mit geometrischer Schärfe bestimmen lasse. Noch deutlicher werde dies durch eine nähere und schärfere Analyse der Begriffe. Man sage: die Erde

strahle nach Sonnenuntergang die Wärme aus; werde dadurch kälter und erhalte dadurch den Niederschlag aus der Atmosphäre, den wir Thau nennten. Hiemit könne man sich aber unmöglich begnügen, sondern man müsse weiter fragen: warum die Erde strahle. Wolle man nun antworten, weil die Sonne nicht mehr darauf scheine; so würde dies zu dem unnatürlichen Schlusse führen, daß jeder Körper, auf welchen die Sonnenstrahlen nicht fielen, Wärme ausstrahle, unter dem Einflusse derselben aber nicht strahle, ein wahrhaft widernatürlicher Satz, und welcher noch obendrein die fragliche eigentliche Ursache nicht einmal andeute, geschweige denn deutlich bestimme.

Nach Herrn Munke ist die Wärme eine sowohl der Erde, als auch den verschiedenen andern Himmelskörpern in verschiedenen Graden der Wirksamkeit eigenthümlich zugehörige und dieselben nie verlassende, mannigfaltigen Bedingungen unterworfene Potenz, welche durch mannigfaltige Ursachen hervorgerufen und in Thätigkeit versetzt wird. Insbesondere ist es das Licht, und vorzüglich das der Erde zustrahlende Sonnenlicht, welches auf der Erdoberfläche die Wärme hervorruft. Diese, zum Theil frey, oder an die Luft, größtentheils aber an Wasserdampf gebunden, steigt fortwährend in die Höhe, so lange die erregende Wirkung dauert, kehrt aber den Gesetzen der Wärmeleitung gemäß eben so allmählig wieder zurück, sobald die letztere aufhört, so daß hiedurch ein steter Wechsel zwischen der Erde und dem Luftkreise Statt findet. Dieser Wechsel des Strömens der Wärme von der Erde aufwärts oder zur Erde abwärts tritt im Momente des Sonnenaufganges und Unterganges ein.

Diese dargelegte einfache Erklärung, bemerkt Herr Munke, stimme mit allen bekannten Erfahrungen und namentlich auch mit den Resultaten der Versuche des Herrn Pictet überein, wonach ein Thermometer in einer Höhe von 75 Fuß bey Tage allezeit niedriger stand, als ein anderes in 5 Fuß Höhe, bey Nacht aber höher; insbesondere aber ließen sich die Erscheinungen des Thaues

auf dieselbe sehr genügend zurückführen. Zugleich sucht er hieraus einige noch räthselhafte Naturerscheinungen zu erklären. Dahin gehört zuerst die gemeine Beobachtung, daß im Frühlinge durch die Nachtfröste meistens nur die niedrigst stehenden Pflanzen zerstört werden, die höher befindlichen aber unversehrt bleiben. Eine andere noch viel wichtigere Erscheinung besteht in folgenden. Bekanntlich steigt die durch die Sonnenwärme auf der Oberfläche der Erde erhitzte Luft in die Höhe, und die kältern Luftschichten sinken herab. Da nun aber gleichwohl in den höhern Regionen die Wärme nicht angetroffen wird, so entsteht billig die Frage, wo dieselbe bleibt? Herr Munke führt hier den Versuch des Herrn Gay-Lussac an, nach welchem hervorgeht, daß im leeren Raume keine Wärme sich befinde, und da das bey diesem Physiker dargestellte Vacuum keinesweges so vollkommen gewesen wäre, als wir es in jenen hohen Regionen annehmen müßten, so könnten wir ohne gänzliche Aufhebung der bevorstehenden Begriffe ein solches Entweichen der Wärme als solcher in den leeren Raum des Himmels unmöglich zulässig finden, abgerechnet, daß die Wärme der Lichtstrahlen an sich noch keinesweges erwiesen, vielmehr aus triftigen Gründen zu bezweifeln seyn. Nach Herrn Munke wird hauptsächlich die Wärme der Erde durch den Impuls der Sonnenstrahlen aufgeregt, zugleich aber geschieht dies auch in der Atmosphäre, und am stärksten in der dichteren Luft über der Erdoberfläche, welche noch obendrein die erzeugte Wärme leichter und schneller als die dünnere Luft hindurchläßt und aufnimmt, woraus sich nicht allein die größere Kälte der höhern Regionen, sondern auch die für gleiche Höhen ungleiche Wärmeabnahme im Sommer und im Winter erklären läßt.

Der Herr Hofrath Kastner a) hat Herrn Munke's Einwürfe gegen die strahlende Wärme zu heben gesucht, vorher aber die von Wells aufgestellte Vermuthung,

---

a) Handbuch der Meteorologie. B. I. Erlangen 1823. 8. S. 396 f.

als ob vorhandene Luftbewegung das Ausstrahlen der Wärme verhindere, getadelt, und als unrichtig befunden. Seinen eigenen Versuchen mit Hohlspiegeln zu Folge verhielt sich die strahlende Wärme durchgängig analog dem Schalle, und die Strahlung erfolgte durch die Luft eben so wirksam, wenn letztere bewegt, als wenn sie ruhig war. Desgleichen durchstrahlte die Wärme die Dunstbläschen fast nur in sofern mit Minderung ihrer eigenen Intensität, als sie durch dieselben reflektirt und zerstreuet wird; die Masse der Bläschen wird dadurch scheinbar vergrößert, indem die Dunstbläschen sich ausdehnen, und, dadurch specifisch leichter geworden, aufschnellen. Ueberhaupt brachte die strahlende Wärme, weder in dergleichen Dunstbläschen, noch im tropfbaren Wasser eine sehr merkliche Verdunstungsbeschleunigung hervor; auch selbst dann nicht, wenn ihre Intensität beträchtlich und sie sehr lichtarm war. Wenn die Bewegung der Luft eine Aenderung in der Thau- und Reif-Bildung zu Wege bringt, so geschieht dies nach Kastner, indem eine wassergasarme Luft mit einer wassergasreichen zusammentrifft, wo dann in den Raum der erstern ein Theil des Wassergases der letztern übergeht, und diese daher neue Fähigkeit Wassergas aufzunehmen erhält. Dagegen hindert das Licht, indem es am Tage der Erde zustrahlt das Wärmestrahlen der Erde zu dieser Zeit.

Kastner folgert hieraus, daß Munke's Einwürfe gegen die Wärmeentstrahlung der Erde nicht die strahlende Wärme, sondern die in Leitung und Bindung befangene Mittheilungswärme der raumerfüllenden Substanzen treffe. Letztere, aber nicht die strahlende Wärme, würde aus dem warmen Orte dem kalten folgen. Kastner setzt daher Munke's Ansichten folgendes entgegen:

1. Die freye strahlende Wärme steige weder vorzugsweise nach oben, noch verbreite sie sich vorzugsweise nach unten, sondern halte es in dieser Hinsicht, wie das Licht und der Schall, indem sie sich in klaren, flüssigen

Medien, so wie in der Leere vom Punkte nach allen Richtungen verbreite;

2. Die gebundene Wärme steige nur insofern in die Höhe, als die durch ihre Verbindung ausgedehnten und leichter gewordenen Flüssigkeitstheile von den übrigen kältern und dichtern obern und zu den Seiten gelagerten Flüssigkeitstheilchen geschoben würden.

3. Mit einer gewonnenen Höhe, in welcher die Druckkraft der aufgestiegenen Theilchen jener der dort schon vorhandenen verdünnten Theilchen gleich sey, höre das Steigen auf.

4. Sey das Aufsteigende: Wassergas, so werde es in den obern kältern Regionen angelangt, in Dunstbläschen verwandelt, die von nachkommenden auswärts gehenden Strömungen oftmals in so kalte Regionen hinaufgeschoben werden könnten, daß sie sich selbst in sehr hohen Regionen theils zu Wolken verbänden, theils zu Tropfen vereinten.

5. Es erkalte aber jedes aufwärts geschobene Flüssige, um so eher, je weniger es von seiner fortdauernd entstrahlenden Wärme, durch Reflexion der Umgebungen wieder zurück erhalte. Darum erreichten die Wolken überhaupt nur gewisse Höhen, und würden auch zu diesen nicht gelangen, wenn sie einander wechselseitig ihren Entstrahlungsverlust nicht wieder durch Rückstrahlung wenigstens zum Theil deckten.

6. Durchsichtige Flüssigkeiten schienen die Wärme nur in sofern zu leiten, als sie dieselbe theils durch Vereinigung entführten, theils deren Durchstrahlung gestatteten.

7. Machte das einfallende Licht die Wärme aufsteigen, so müßte während der Tageszeit die untere, der Erdoberfläche nächste Luftschicht nach und nach immer kälter, die obere dagegen mehr und mehr heiß werden, und zur Nachtzeit das Gegentheil eintreten; aber diesem widerspreche die alltägliche Erfahrung. Auch könnte wohl ein auf und niedersteigender Luftstrom, aber unmöglich

als ob vorhandene Luftbewegung das Ausstrahlen der Wärme verhindere, getadelt, und als unrichtig befunden. Seinen eigenen Versuchen mit Hohlspiegeln zu Folge verhielt sich die strahlende Wärme durchgängig analog dem Schalle, und die Strahlung erfolgte durch die Luft eben so wirksam, wenn letztere bewegt, als wenn sie ruhig war. Desgleichen durchstrahlte die Wärme die Dunstbläschen fast nur in sofern mit Minderung ihrer eigenen Intensität, als sie durch dieselben reflektirt und zerstreuet wird; die Masse der Bläschen wird dadurch scheinbar vergrößert, indem die Dunstbläschen sich ausdehnen, und, dadurch specifisch leichter geworden, aufschnellen. Ueberhaupt brachte die strahlende Wärme, weder in dergleichen Dunstbläschen, noch im tropfbaren Wasser eine sehr merkliche Verdunstungsbeschleunigung hervor; auch selbst dann nicht, wenn ihre Intensität beträchtlich und sie sehr lichtarm war. Wenn die Bewegung der Luft eine Aenderung in der Thau- und Reif-Bildung zu Wege bringt, so geschieht dies nach Kastner, indem eine wassergasarme Luft mit einer wassergasreichen zusammentrifft, wo dann in den Raum der erstern ein Theil des Wassergases der letztern übergeht, und diese daher neue Fähigkeit Wassergas aufzunehmen erhält. Dagegen hindert das Licht, indem es am Tage der Erde zustahlt das Wärmestrahlen der Erde zu dieser Zeit.

Kastner folgert hieraus, daß Munke's Einwürfe gegen die Wärmeentstrahlung der Erde nicht die strahlende Wärme, sondern die in Leitung und Bindung befangene Mittheilungswärme der raumerfüllenden Substanzen treffe. Letztere, aber nicht die strahlende Wärme, würde aus dem warmen Orte dem kalten folgen. Kastner setzt daher Munke's Ansichten folgendes entgegen:

1. Die freye strahlende Wärme steige weder vorzugsweise nach oben, noch verbreite sie sich vorzugsweise nach unten, sondern halte es in dieser Hinsicht, wie das Licht und der Schall, indem sie sich in klaren, flüssigen

Medien, so wie in der Leere vom Punkte nach allen Richtungen verbreite;

2. Die gebundene Wärme steige nur insofern in die Höhe, als die durch ihre Verbindung ausgedehnten und leichter gewordenen Flüssigkeitstheile von den übrigen kältern und dichtern obern und zu den Seiten gelagerten Flüssigkeitstheilchen geschoben würden.

3. Mit einer gewonnenen Höhe, in welcher die Druckkraft der aufgestiegenen Theilchen jener der dort schon vorhandenen verdünnten Theilchen gleich sey, höre das Steigen auf.

4. Sey das Aufsteigende: Wassergas, so werde es in den obern kältern Regionen angelangt, in Dunstbläschen verwandelt, die von nachkommenden aufwärts gehenden Strömungen oftmals in so kalte Regionen hinaufgeschoben werden könnten, daß sie sich selbst in sehr hohen Regionen theils zu Wolken verbänden, theils zu Tropfen vereinten.

5. Es erkalte aber jedes aufwärts geschobene Flüssige, um so eher, je weniger es von seiner fortdauernd entstrahlenden Wärme, durch Reflexion der Umgebungen wieder zurück erhalte. Darum erreichten die Wolken überhaupt nur gewisse Höhen, und würden auch zu diesen nicht gelangen, wenn sie einander wechselseitig ihren Entstrahlungsverlust nicht wieder durch Rückstrahlung wenigstens zum Theil deckten.

6. Durchsichtige Flüssigkeiten schienen die Wärme nur in sofern zu leiten, als sie dieselbe theils durch Vereinigung entführten, theils deren Durchstrahlung gestatteten.

7. Machte das einfallende Licht die Wärme aufsteigen, so müßte während der Tageszeit die untere, der Erdoberfläche nächste Luftschicht nach und nach immer kälter, die obere dagegen mehr und mehr heiß werden, und zur Nachtzeit das Gegentheil eintreten; aber diesem widerspreche die alltägliche Erfahrung. Auch könnte wohl ein auf und niedersteigender Luftstrom, aber unmöglich

ein dergleichen Wärmestrom in den empfindlichen Nerven des Menschen, jenes eigenthümliche Gefühl der Kälte hervorbringen, welches vorzüglich nur im Freyen wahrgenommen werde.

Was Pictet's angeführten Versuch betreffe, so widerspreche derselbe in der That der Ansicht, daß die Wärme am Tage aufwärts getrieben werde; denn hiernach hätte das Thermometer zu Tageszeit bey 75 Fuß wenn nicht höher doch wenigstens so hoch als bey 5 Fuß stehen müssen; denn wolle Muncke solche Wirkung dem aufsteigenden Wärmestoffe nicht zugestehen, so dürfe er sie auch nicht vom niedergehenden (zur Nachtzeit) erwarten. Dieselbe Wärme müsse dieselbe Wirkung üben, gleichgültig, ob ihr Zug, in gewissen Höhen auf- oder niederwärts gerichtet sey. Gerade dieser Pictet'sche Versuch spreche für die von ihm mitgetheilte, abgeänderte Well'sche Entstrahlungsansicht. Denn, indem das zur Erde strahlende Licht die ihr entstrahlende Wärme fortdauernd zurückführe, und dadurch je tiefer um so mehr wärmebeladen werde, müsse es auch um so mehr erwärmen, je näher es der Erde komme; fehle aber nächtlicher Weile das einfallende Licht, so werde ein großer Theil der Wärme entstrahlen, ohne ihr wieder zugeführt zu werden, und sie würde sich selbst beträchtlich durch diese Entstrahlung abkühlen, wenn die Dunstbläschen des sie umschlingenden Wolkennetzes und der einzelnen Wolken nicht einem beträchtlichen Theile der entstrahlten Wärme, am Tage wie bey Nacht, zurückschickten. Daß aber die Wärme der Erde nicht verloren gehe, sondern zur Nachtzeit wenigstens den höhern Regionen verbleibe, bedinge die große Wärmungsfähigkeit der höchst dünnen Luft dieser Regionen. Aber was diese Luft Nachts hindurch an Wärme gewinne, büße sie am Tage durch die Anziehung des sie durchstrahlenden, zur Erde gerichteten Lichtes, wieder ein.

Wenn ferner im Frühlinge durch die Nachtfröste mehrentheils nur die niedrigstehenden Pflanzen zerstört

würden, so scheine der Hauptgrund dieser Erscheinung in der grössern Bodenfeuchte der niedern Gewächse gegeben zu seyn. Die höher stehenden seyn durch Luftwehen u. dgl. bald so weit im Trocknen, daß die fernere Wasserverdünstung sie nicht weiter beträchtlich zu kälten vermöge, die niederer stehenden gehörten dagegen einem Boden an, dem es an Verdunstungswasser, während der ganzen Dauer der Nacht, nicht gebreche, und der daher auch größere Verdunstungskälte erzeugen müsse, als der höher gelegene.

Daß Gay-Lussac im künstlichen Vacuo keine thermometrische Wärme gefunden habe, scheine vielmehr dahin zu deuten: daß die sehr verdünnte Luft die Fähigkeit besitze, strahlende Wärme zu binden, als dadurch die gänzliche Abwesenheit der Wärme im Vacuo zu beweisen. Allerdings werde, schon jener großen Fassungs- und Bindungsfähigkeit der verdünnten Luft wegen, die höhere Luftregion das Entweichen von strahlender Wärme in den leeren Raum verhüten. Wenn nach Gr. Rumford, Boeckmann u. a. die Wärme um so langsamer durch verschiedene Substanzen dringe, je lockerer sie seyn, so gelte dies übrigens, wie Munke zugestehe, nur von der mitgetheilten und geleiteten, aber keinesweges von der strahlenden Wärme. Indeß frage es sich: ob ein höchst verdünntes, und demnach mit dem Maximum von Verbindungswärmen beladenes Gas, gegen die durchstrahlende Wärme nicht abstoßend wirke? Er zweifele daran, halte aber dafür, daß Wärmestrahlen zu Wärmestrahlen gelangend, allerdings der gegenseitigen Abstoßung unterliegen werden, auch wenn der eine Theil dieser Strahlen, schon in seiner freyen und ungeschwächten Strahlung durch Anziehung und Zulenkung raumerfüllender Materien beschränkt seyn sollte; jene große Bindungsfähigkeit der obern Luft müsse in gewissen Höhen zur Sättigung mit gebundener Wärme und damit zur gleichmäßigen Temperatur in jenen Höhen führen, Falls eine solche mit Bindungswärme gesättigte Luft, auf neue ihr von

der Erde zu strahlende Wärme abstoßend wirke. Der Zunahme der Wärme im Sommer und deren Verminderung zur Nachtzeit würde die erstere dem Stande der Sonne, und die letztere den allgemeinen Gesetzen des Erkaltens angemessener seyn, als sie es wirklich wären, wenn im erstern Falle die von dem Sonnenlichte den Luftschichten zugeführte Wärme nicht durch die große Menge atmosphärischen Wasserdunstes zu jener Jahrszeit größentheils dem Lichte entzogen würde, bevor dasselbe die Erde erreiche, und wenn nicht andern Theils bey Nacht ein Theil der Erde entstrahlenden Wärme durch das Mitentstrahlen des Lichts, besonders bald nach Sonnenuntergang, gegen eine solche neue Bindung zum Theil geschützt würde, weil die Erde ein phosphorescirender Körper sey, der von dem zuvor aufgenommenen Lichte, späterhin wiederum einen Theil freystrahlend entlasse. Die Schneekuppen der hohen Gebirge, würden wahrscheinlich durch Sonnenbeleuchtung weit beträchtlicher zum Schmelzen gebracht werden, wenn sie nicht so stark phosphorescirten. Wenn die Temperatur der Luft durch eine vor der Sonne stehende Wolke so bedeutend vermindert werde, so scheine hier in der That etwas dem ganz Aehnliches zu erfolgen, was bey großen sichtbaren Sonnenfinsternissen Statt habe, ein großer Theil des Lichts komme gar nicht zur Erde, weil er von der derselben abgewendeten Seite zurückgeworfen werde. Außerdem verschluckten aber auch die Hüllen der in so großer Menge vorhandenen Dunstbläschen einen, obgleich geringen, Theil der von dem Licht herbeygeführten Wärme, und machten dieselbe unmerkbar, weil dadurch der verschluckende Hüllenantheil aus dem tropfbaren Zustand in den ausdehnsamen übergehe. Einen Antheil an der Winterkälte habe die größere Schiefe der Sonnenstrahlen, aber nicht nur, weil das mehr schief einfallende Licht, sofern es gebunden werde, weniger Wärme freymache, als das weniger schief einfallende, sondern, weil der der Erde vorübergehende Lichtstrahlentheil, den höhern Regionen Wärme entführe. Der

Schnee binde fortdauernd jenen Antheil der ihm zugekommenen Wärme, welchen er nicht vermöge seiner Phosphorescenz unverändert zurücksende, weil er unter allen zur Erdfläche gehörigen Substanzen, das größte Fassungsvermögen für die Wärme besitze. Dieser Antheil von Wärme bilde mit einem Theile des Schnees tropfbares Wasser, was aber nicht zum Zusammenfließen gelange, weil es den übrigen, umgeschmolzenen Eiskrystalltheilchen adhärire und dadurch so genanntes Balken oder Backen des Schnees bedinge. So lange nun ein dergleichen Adhäsionswasser zwischen dem Schnee sich befinde, vermöge er keine unter 0° C. gehende Temperatur anzunehmen, und vermöge er selbst die Vegetation unter der durch ihn gebildeten Decke zu befördern. Sey hingegen dieses Zwischenwasser durch vorüberwehende kalte Stürme theils verdampft, theils wieder erstarrt, dann erzeugten die fortwährenden Winde der Art die grimmigste Kälte. Fände eine dergleichen Wärmeströmung Statt, wie sie Muncke annehme, so müßte nicht kurz vor, sondern während des Sonnenaufganges und bald nach demselben die größte Morgenkälte eintreten; allein stets sey die größte Kälte vor dem Sonnenaufgange.

Thermometer (Zus. z. S. 70. Th. V.). Die Herrn Dulong und Petit *) haben eine sehr lehrreiche Abhandlung über das Maas der Temperaturen geliefert. Sie bemerken mit allem Rechte folgendes. Wenn ein Körper vorhanden wäre, dessen Ausdehnungen einem hinreichend regelmäßigen und einfachen Gesetze unterworfen wären, damit die successiven Zusätze von gleichen Mengen Wärme dadurch beständig denselben Zuwachs des Volumens bewirkten, so würde derselbe alle Eigenschaften in sich vereinigen, welche die Physiker als nothwendig und hinreichend zur Verfertigung eines vollkommenen Thermometers verlangt haben. Indessen könnte ein solches

*) Annales de chimie et de physique. p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. VII. p. 116.

Thermometer nicht alle diejenigen Vortheile darbieten, welche es anfänglich zu versprechen schien. In der That, wenn es sich ereignen sollte, z. B. daß der specifische Wärmestoff aller übrigen Substanzen, die auf dieses Thermometer bezogen würden, veränderlich, und bey jeder derselben unveränderlich wäre, so erhellet es, daß man aus der Anzeige dieses Thermometers nichts a priori würde schließen können, über die bey einer bestimmten Veränderung der Temperatur gewonnenen oder verlornen Menge von Wärme. Man sieht daher, daß der erste Schritt, welcher bey dieser Untersuchung gethan werden muß, darin besteht, zu erforschen, ob die Capacitäten einer großen Anzahl von Körpern, die nach derselben Skale bestimmt wurden, auf eine und dieselbe Art sich verändern, und ob die Ausdehnungen der Substanzen, welche durch ihre Beschaffenheit sich am meisten unterscheiden, denselben Gesetzen unterworfen sind. Das letztere war besonders der erste Gegenstand, worüber sie eine weitläuftige und sehr genaue Untersuchung anstellten. Ihre Resultate, welche sie daraus zogen, sind folgende:

1. Alle Luftarten dehnen sich gleichartig und gleichförmig aus, nicht allein zwischen 0° und 100°, wie schon lange Gay-Lussac es gefunden hat, sondern auch bey ungleich höhern Temperaturen.

2. Der Gang des Quecksilber-Thermometers ist zwischen — 36° und 100° sehr nahe derselbe, wie der des Luftthermometers, bey letzterm von der Ausdehnung des Glases abstrahirt; bey höhern Temperaturen verhält es sich aber ganz anders, wie nachfolgende Tafel solches anzeigt.

Temperatur, welche das Quecksilberthermometer anzeigt.		Entsprechende Volumina derselben Luftmasse	Temperatur, welche ein, in Hinsicht auf die Ausdehnung des Glases berichtigtes, Luftthermometer anzeigte.	
100 theil. Thermometer.	Fahrenh. Therm.		100 theil. Thermometer.	Fahrenh. Therm.
−36°	−32,8°	0,8650	−36,00°	−32,8°
0	+32	1,0000	0,00	+32,0
100	212	1,3750	100,00	212,0
150	302	1,5576	148,70	299,66
200	392	1,7389	197,05	386,69
250	482	1,9189	245,05	473,09
300	572	2,0976	292,70	558,86
Siedpunkt 360	680	2,3125	350,00	662,00

3. Die absolute Ausdehnung des Quecksilbers, von deren Bestimmung unter den Physikern so sehr verschiedene Resultate sind angegeben worden, ist von Dülong und Petit mit großer Genauigkeit angegeben worden, wovon man den Artikel: Barometer (Th. VIII. S. 279. ff.) nachsehen kann.

Fast zu gleicher Zeit mit Dülong und Petit sind ähnliche Versuche von Ure *) angestellt worden, deren Resultate wenig von den angeführten abweichen.

Nach Dülong und Petit ist daher nach einem genauen Luftthermometer gemessen der Siedpunkt des Quecksilbers bey 662° Fahr. Nach Crighton's Luftthermometer ist er aber bey 656° Fahr., welches in der Reihe von Graden einen Unterschied von 6° giebt. Nach Herrn Ure erhellet hieraus, daß zwischen den ungleichen Ausdehnungen des Quecksilbers und des Glases und zwischen der geringen Masse des Quecksilbers, welche in der Kugel bleibt, wenn die Temperatur zunimmt eine Compensation Statt findet, wodurch das Quecksilberthermometer ein richtiges Meßinstrument der Zunahmen fühlbarer Wärme wird. Nach allen äußerst genauen Versuchen kann man sicher annehmen, daß die bemerkbare Ausdehnung des Quecksilbers im Glas $\frac{1}{63}$ seines Volumens im Durchschnitte für jede 180° Fahr. zwischen

*) Philosophi. Transactions for 1818.

32° und 662°, oder in einem Zwischenraume von 7.90°, betrage. Mithin beträgt die merkbare Ausdehnung im Glase fürs Ganze $\frac{7}{126} = \frac{1}{18}$. Es ist aber $\frac{1}{18}$ von 630° = 35° Fahr. Würde daher das ganze Instrument nämlich Röhre und Kugel, in kochendes Quecksilber eingetaucht, so würde es deswegen 35° mehr anzeigen, als wenn die Kugel allein eingetaucht wird, oder es würde fast 691°, nach Crighton, anzeigen. Zieht man aber diese 35° ab, wenn nur die Kugel allein in die erhitzten Flüssigkeiten eingetaucht ist, so kamme die gewöhnliche Quecksilberskale, wenn sie gut verfertigt ist, fast mit der absoluten und richtigen Skale eines, nach den Ausdehnungen seines Glases, berichtigten, Luftthermometers überein. Man kann daher ein gut verfertigtes Quecksilberthermometer als ein hinlänglich richtiges Meßinstrument der Temperaturen betrachten.

(Zus. z. S. 84. Th. V.). Herr Ure bestimmt den Siedpunkt an einer Thermometerröhre auf folgende Art: Er paßt auf die Oeffnung eines Theekessels einen Cylinder von durchlöchertem verzinnten Blech, dessen oberes Ende einen durchbohrten Kork enthält. Durch diesen Kork kann die Glasröhre bis zu jedem beliebigen Punkt eingeschoben werden; auch der Blechcylinder kann erhöhet und erniedriget werden, bis die Kugel einen Zoll unter dem Wasser sich befindet. Auch die Ausgußröhre ist mit einem Kork verschlossen, und oben am Cylinder ist ein Seitenloch angebracht, durch welches der Dampf entweichen kann. Differirt das 30 engl. Zoll hohe Barometer um 1 Zoll, so differirt der Siedpunkt des Wassers um 1,92° Fahr. Nach Wollaston entspricht aber ein Grad Fahr. einer Differenz von 0,589 Barometerdruck. Steht z. B. das Barometer auf 29 Zoll, so siedet das Wasser bey 210,08° Fahr.; und steht es auf 31 Zoll, so ist der Siedpunkt des Wassers bey 113,92° Fahrenh.

An einem Thermometer zu chemischen Versuchen muß der Siedpunkt auf diese Weise ausgemittelt werden, daß

man nur die Kugel und den entblößten Theil der Röhre unter der Skale in kochendes Wasser senkt. Uebrigens muß das Wasser in einem Metallgefäße sich befinden, und ganz reines Wasser zu dem Versuche genommen werden.

In den neuern Zeiten ist auch gefunden worden, daß der Nullpunkt am Thermometer mit der Zeit eine Aenderung erleidet. Diese Veränderung des Nullpunktes findet aber nur am Quecksilberthermometer Statt, am Weingeistthermometer bleibt er ganz unverändert. Es wurden nämlich am 30ten Januar 1822 bey einer Temperatur von + 2° Reau. mehrere Thermometer mit einander verglichen, indem man wahrgenommen hatte, daß der Nullpunkt des Quecksilberthermometers + 0,5° Reau. höher stand, als der Nullpunkt eines Weingeistthermometers. Die Resultate, welche aus dieser Vergleichung sich ergaben, nachdem die Thermometer zwey Stunden vom schmelzenden Eise umgeben waren, sind folgende *).

Ein Thermometer, womit in einem Garten zu Genf seit 46 Jahren Beobachtungen waren angestellt worden, stand auf	+ 0°,5 Rea.
Ein anderes Thermometer von Ramsden vor 40 Jahren verfertigt und auf Elfenbein getheilt	+ 0,1
Ein drittes von Paul dem Sohne vor 20 Jahren verfertigt mit selbst auf der Röhre gestochener Theilung . .	+ 1,0
Ein viertes mit silberner Skale von Paul dem Vater vor 40 Jahren verfertigt und zur Beobachtung der Temperatur eines Brunuens gebraucht . .	+ 1,7
Ein fünftes mit cylindrischem Gefäße von Betalli zu Paris, vor etwa 15 Jahren verfertigt	+ 1,8

*) Bibliotheque universelle. Tom. XIX. p. 68. f.

Ein sechstes von Gourdon vor etwa zwey Jahren verfertigt . . .	+ 0,7 Rea.
Ein siebentes von demselben vor etwa 8 Monaten verfertigt . . .	+ 0,2
Ein achtes Weingeistthermometer von Micheli im Jahre 1743 verfertigt . .	0,0

Diese Veränderung des Nullpunktes in den Quecksilberthermometern wurde bald von Gourdon selbst in einem Briefe an Pictet bestätigt [α]). Gourdon bemerkte, daß er Anfangs geglaubt habe, das Thermometer sey fehlerhaft gemacht, habe aber endlich gefunden, daß die Veränderung des Nullpunktes fast bey allen Quecksilberthermometern Statt finde. Außerdem stellte er aber noch folgenden Versuch an: Er nahm ein Thermometer, an welchem der Siedpunkt gestiegen war, brach das obere Ende desselben ab, und sogleich sank das Thermometer um eben so viel, als der Nullpunkt gestiegen war.

Diese Beobachtungen wurden durch Flaugergues bestätigt. In einem Briefe an Pictet [β]) schreibt er, daß er diese Veränderung ebenfalls an seinen Thermometern wahrgenommen habe, und setzt zuletzt noch hinzu; diese Größe sey nicht stets dieselbe gewesen, sie vermehrte sich allmählig mehrere Jahre hindurch, scheine aber jetzt constant zu seyn. Ferner fand er diese Veränderung nur in luftleeren Quecksilberthermometern. In zwey nicht verschlossenen stand das Quecksilber in schmelzenden Eise genau auf Null, und ein vom Abbé Nollet im Jahre 1734 verfertigtes Weingeistthermometer stand ebenfalls genau auf Null.

Auch von Bellani [γ]) erhält diese Veränderung eine Bestätigung. Dagegen konnten mehrere andere Physiker diese Veränderung nicht finden. Indessen scheint doch aus den angeführten Beobachtungen wirklich hervorzugehen, daß der Nullpunkt der Thermometer sich nach

α) Bibliotheque universelle. Tom. XIX. p. 154. f.
β) Ebendaselbst. Tom. XX. p. 117. ff.
γ) Ebendaselbst. Tom. XXI. p. 252.

einiger Zeit sich ändert, und höher steigt, als er Anfangs war; daß aber diese Aenderung nur in luftleeren verschlossenen Quecksilberthermometern Statt finde, keinesweges in den Weingeistthermometern, und daß, wenn man das obere Ende der Thermometerröhre abbricht, das Quecksilber sogleich wieder auf den Anfangs bestimmten Nullpunkt herabsinke.

Gourdon versuchte zuerst von dieser Erscheinung eine Erklärung zu geben. Er führt an, daß man vermuthen müsse, die Aufhebung des Druckes der Atmosphäre sey ein Umstand, ohne welche die Erhöhung des Nullpunktes nicht Statt finde. Zur Erklärung dieser Wirkung nimmt er die Voraussetzung an, daß eine kleine Luftmenge, welche zuerst im Quecksilber zerstreuet wäre, nachher mehr Volumen einnehme, indem sie sich in eine kleine Kugel vereinige, welche bisweilen sichtbar werde, und die Quecksilbersäule durchdringe; dies erfolge durch die Wirkung der Bewegungen, welche die Temperaturveränderungen in dem Metall erzeugten.

Flaugergues wurde durch die Beobachtung, daß sich diese Aenderung nicht in den Weingeistthermometern und offenen Quecksilberthermometern zeige, auf eine andere Erklärung geleitet. Es befinde sich nämlich bey den verschlossenen Quecksilberthermometern in dem obern Theile der Röhre ein leerer Raum; in den Weingeistthermometern hingegen werde nur ein Theil der Luft ausgetrieben, und die verschlossene Röhre werde ganz mit Weingeistdampf angefüllt. Die Atmosphäre übe auf die Kugeln einen Druck aus; befinde sich nun in der obern offenen Röhre gewöhnliche atmosphärische Luft, so finde hier ein Gleichgewicht Statt, und es erfolge daher keine Veränderung in dem Rauminhalte der Kugel; sey dagegen die Röhre verschlossen und luftleer, so finde von innen heraus kein Gegendruck Statt, die dünne Glaskugel gebe dem Drucke nach und ziehe sich zusammen; dadurch werde ihr Rauminhalt vermindert, ein Theil des Quecksilbers

steige in die Röhre, und verlängere dadurch die Quecksilbersäule.

Die Wahrheit dieser Erklärung suchte Flaugergues auf folgende Art darzuthun. Er nahm ein von Cassati verfertigtes luftleeres Thermometer, welches im thauenden Eise auf +0°,9 stand, machte am obern Ende der Röhre einen Schnitt, um es leicht zu zerbrechen, und stellte es darauf abermals in thauendes Eis, wo es auf +0°,9 stand; hierauf brach er das obere Ende ab, wo es dann auf 0°,3 sank, und stehen blieb. Nun nahm er das Thermometer aus dem thauenden Eise fort, erwärmte es bis das Quecksilber sehr nahe am Ende der Röhre stand, verschloß alsdann die Oeffnung mit Siegellack, setzte es wieder in thauendes Eis, und hier blieb es bey 0°,6 stehen. Er fügt noch hinzu und bemerkt, es sey eine bekannte Thatsache, daß das Glas Elasticität besitze. Habe nun das in einem verschlossenen Thermometer sich zusammengezogene Quecksilber einen luftleeren Raum in der Röhre gelassen, so gebe das dünne Glas der Kugel dem Drucke der Atmosphäre nach, ziehe sich zusammen, bis seine Elasticität, welche mit dieser Zusammenziehung wachse, mit diesem Drucke im Gleichgewichte stehe. Bliebe nun alles in diesem Zustande, so würde daraus weiter keine Unbequemlichkeit hervorgehen, als daß der Nullpunkt ein wenig höher seyn würde, als wenn die Röhre voll Luft wäre; es sey aber bekannt, daß eine lange Zeit gespannte elastische Feder von ihrer Elasticität etwas verliere, und dasselbe erfolge auch mit der Elasticität der Glaskugel; sie vermindere sich mit der Zeit durch die Spannung, welche sie erleide, und stehe nach einiger Zeit nicht mehr im Gleichgewichte mit dem atmosphärischen Drucke; das Glas gebe dem Ueberschusse dieses Druckes nach, ziehe sich zusammen, bis seine Elasticität von neuem mit dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht halte; dadurch gehe nun ein neuer Theil des Quecksilbers in die Röhre, und der Unterschied werde daher immer größer.

So sinnreich und genügend diese Erklärung von Flaugergues war, so fehlte es ihr doch an mehreren bestätigenden Versuchen. Dergleichen haben aber die Physiker zu Genf, die Herrn Aug. de la Rive und F. Marcet *) angestellt. Die hauptsächlichsten derselben sind folgende: Es wurde ein Quecksilberthermometer, dessen Grade sehr groß waren, und dessen sehr dünne Kugel 4‴ Durchmesser hatte, unter den Recipienten einer Luftpumpe gestellt. Der Gang dieses Thermometers wurde mit einem andern Thermometer außerhalb der Glocke verglichen. Hierauf wurde die Luft unter der Glocke ausgepumpt; und das Thermometer sank 2° herab, stieg aber bald wieder, jedoch nicht zu dem Punkte, von welchem es gefallen war. Das Mittel von mehreren auf diese Art angestellten Versuchen war folgendes:

Unmittelbar nach der Auspumpung der Luft	äußeres Thermometer	9°,4 C.
	Thermometer unter der Glocke	7°,7
Zwey Stunden nachher	äußeres Thermometer	9°,0
	Thermometer unter der Glocke	8°,0
Zwölf Stunden nachher	äußeres Thermometer	7°,8
	Thermometer unter der Glocke	6°,8
Vier und zwanzig Stunden nachher	äußeres Thermometer	10°,3
	Thermometer unter der Glocke	9°,3

Es erhellet hieraus, daß das Thermometer unter dem leeren Raume der Luftpumpe beständig einen Grad niedriger steht. Wenn daher der Druck der Atmosphäre wirklich der Grund der Erhöhung des Thermometers ist, so muß derselbe Erfolg, wie hier unter der Glocke, auch alsdann Statt finden, wenn man das Thermometer in freyer Luft läßt, so, daß auch die Luft von oben drücken kann. Dies bestätigte die Erfahrung auch wirklich; denn als das obere Ende der Thermometerröhre zerbrochen wurde, so sank dasselbe sehr bald um einen Grad.

*) Mémoire sur l'influence de la pression atmosphérique sur les boules des thermométres, suivi de quelques experiences relatives au froid produit par l'expansion desgaz in bibliotheque universelle, Avril 1823. p. 265 sqq.

Wurde nun das oben offene Thermometer unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, so blieb es beständig auf dem Punkte stehen, und sein Gang war mit dem außerhalb der Glocke befindlichen völlig einerley.

Um näher zu bestimmen, ob diese Veränderung auch wirklich von der Elasticität der Glaskugel herrühre, wurde dieser Versuch mit Thermometern wiederholt, an welchen das Glas der Kugel verschiedene Dicke hatte. Je dicker das Glas war, desto geringer waren die Veränderungen. Ein Thermometer, dessen Kugel fast doppelt so dick war, als die des vorigen, stand im luftleeren Raume um 0°,5 tiefer als in der Luft, während das erstere 1° tiefer stand. Dasselbe Thermometer sank 0°,5, wenn man oben Luft in die Röhre hineinließ. Bey einem Thermometer, dessen Kugel sehr dick war, waren die angeführten Veränderungen fast unmerklich, indem sie nie größer als 0°,1 ausfielen. Hieraus folgte also, daß der Unterschied in dem Stande des Thermometers, wenn sich seine Kugel in der atmosphärischen Luft befindet, von der größern oder geringern Elasticität des Glases, mithin von der größern oder geringeren Leichtigkeit, seinen körperlichen Raum zu ändern, abhängt.

Um aber auch diese Behauptungen umgekehrt zu prüfen, wurden mehrere Versuche mit verdichteter Luft angestellt. In comprimirter Luft stand ein Thermometer höher als in der freyen, und dieser Unterschied war desto größer, je dünner die Kugel und je stärker die Luft comprimirt war. Ein oben offenes Thermometer stieg zuerst unter der Glocke wegen der Condensation, aber weit langsamer als ein oben geschlossenes luftleeres Thermometer; bald aber stand es auf demselben Punkte, auf welchem das äußere Thermometer stand. Hierauf wurden zwey Thermometer in die Condensationspumpe gebracht, das eine war ein luftleeres geschlossenes und das andere ein offenes. Nachdem die Luft um eine Atmosphäre condensirt war, stand das geschlossene Thermometer 1° höher, als das oben offene; nach der Conden-

sation zweyer Atmosphären war der Unterschied 2°; nach der Condensation von drey Atmosphären 2°,7. Weingeistthermometer, welche nicht ganz frey von Luft sind, und in deren oberm Theile sich stets elastischer Weingeistdampf befindet, gaben ähnliche aber nicht so bemerkliche Resultate. Hieraus ergab sich, daß die Thermometerkugeln von der Elasticität der Luft zusammengedruckt werden, wodurch nothwendig ein Steigen des Quecksilbers erfolgen mußte.

Noch eine andere Erklärung über die Veränderung des Nullpunktes in den Quecksilberthermometern hat Bellani *) versucht. Er leitet den Grund derselben blos von dem Glase her, indem es bey verschiedenen Temperaturen Aenderungen seines Volumens erleide, und vermöge seiner Trägheit so zurückbleibe, daß es nie sein anfängliches Volumen wieder erhalte. Blase man z. B. Thermometerkugeln, lasse sie alsdann ein Jahr lang liegen, und fülle sie kalt mit Quecksilber oder Weingeist, so zeigten sich keine solche Aenderungen, als wenn man sie, wie gewöhnlich, heiß fülle. Dieser Fehler verschwinde selbst nach Jahren nicht. Nehme man ein Quecksilberthermometer, welches bis zum Siedpunkte getheilt, und bey welchem jeder Grad wenigstens 1''' Paris. groß sey, das man ferner nicht seit mehreren Monaten bis in die Nähe des siedenden Wassers erwärmt habe. Auf demselben bestimme man genau den Nullpunkt, tauche es dann in siedendes Wasser und sogleich wieder in Eis, so werde man finden, daß der Nullpunkt jetzt etwa 0°,1 tiefer sey, als das erste Mal, und zwar sey er desto tiefer, je schneller der Uebergang von einer Temperatur zur andern sey. Man sehe daher leicht ein, daß, da das Volumen der Glaskugel durch die Wärme des siedenden Wassers vergrößert worden sey, diese feste Masse durch Erkaltung ihr anfängliches Volumen nicht so schnell wieder erlangen könne, als das flüssige Quecksilber.

*) Bibliotheque universelle. Tom. XXI. p. 252. ff.

In einer andern Abhandlung sucht Bellani [a]) aus mehreren angeführten Thatsachen in Hinsicht der Thermometer vorzüglich das hervorzuheben, daß der schnelle Uebergang des Glases aus der Temperatur beym Schmelzen zu der der umgebenden Luft, wenn die Kugel erkalte, die Theile desselben in den Zustand einer mehr oder weniger gezwungenen Zusammenziehung versetze, welcher aus der ungleichen Vertheilung des Wärmestoffs bey der Erkältung entstehe; denn die äußere Oberfläche sey schon fest, wenn die innere Masse noch weich sey; diese hange an der von außen gebildeten Rinde durch Adhäsion fest, ohne ihren eigenen Theilanziehungen folgen zu können. Aus der dadurch bewirkten Spannung der Theile der Thermometerkugeln sucht Bellani die Erhöhung des Nullpunktes in den Quecksilberthermometern zu erklären.

Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß die von Bellani angeführte Ursache als mitwirkende zu der Veränderung des Nullpunktes der Thermometer beytragen könne, aber wohl schwerlich wird aus ihr allein dieselbe vollständig erklärt werden können. Vielmehr scheint die Hauptursache derselben diejenige zu seyn, welche Flaugergues angegeben hat.

Der Herr Oberfinanzrath und Ritter von Yelin [b]) bestätigte durch genaue und wiederholte Prüfung an mehreren vollkommenen und unvollkommenen luftleeren Thermometern die gemachte Beobachtung, daß der Nullpunkt mit der Zeit eine Aenderung leidet. Zugleich fand er aber auch, daß bey Quecksilberthermometern einzelne Fälle eintreten können, wo der Nullpunkt abwärts rückt, und unter seinen primitiven Ort hinuntersinkt. Der Meinung des Herrn Bellani, daß nämlich die allmählige Veränderung des Nullpunktes vorzüglich aus der unregelmäßigen Spannung der allmählig erkalteten Thermometerkugel abzuleiten sey, ist v. Yelin nicht zu-

---

a) Bibliotheque universelle. Vol. XXIII. p 101 ff.
b) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. III. S. 109 ff.

gethan, sondern er glaubt vielmehr, daß dadurch keine Verkleinerung des Rauminhaltes entstehe, sondern das Gegentheil Statt finde. Hebe sich nämlich mit der Zeit in einer dünnen geblasenen Glaskugel die anfänglich vorhanden gewesene unregelmäßige Spannung auf, so müsse eine Ausdehnung der Kugelwände, mithin eine Raumerweiterung der Kugel, und mit ihr ein Herabsinken des Quecksilbers erfolgen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Erkalte an der geblasenen Glaskugel die Oberfläche zuerst; diese ziehe sich also zusammen und gerathe eben dadurch, weil sie sich zu schnell zusammenziehe, hauptsächlich in irregulaires Gefüge ihrer Integraltheilchen. Könne sich dieses Gefüge in der Folge aus irgend einer Ursache wieder ordnen, so könne dies nicht anders als durch Hebung der ersten Ursache der Unordnung, also durch Entgegenwirkung der anfänglichen zu starken Zusammenziehung und deren Lösung geschehen, was also nothwendig mit einer Ausdehnung und Raumerweiterung der Kugel verbunden seyn müsse.
2. Bestätige dies die Erfahrung an solchen Kugeln selbst. Der Herr v. Relin hatte sich nämlich zur Prüfung vom Herrn Vaccano drey Weingeistthermometer mit absolutem Alkohol füllen lassen, und die Eispunkte mit Sicherheit bestimmt. Den Nullpunkt an allen 3 Thermometern hat er nicht stabil erhalten können, sondern er ist beständig fort im Fallen begriffen gewesen, so daß sogar die negative Nullspunktsveränderung volle 12 Grade betrug, eine Erscheinung, welche durchaus keine andere Erklärung zuläßt, als eine erfolgte Raumerweiterung der Kugeln. Es erfolgte selbst bey diesem Thermometer keine Veränderung in Ansehung des Nullpunktes, nachdem er die Spitze desselben abgebrochen hatte.

Hieraus scheint Herrn v. Relin zu folgen, daß auf Quecksilber- und Weingeistthermometern zwey einander entgegensetzte Kräfte einwirken, wovon die eine, der Druck der Atmosphäre, strebt, den Nullpunkt zu erhöhen, die

andern dagegen, das Bestreben der durch die schnelle Abkühlung nach dem Blasen in unregelmäßige krystallinische Spannung versetzten Glaskugeln, diese Unregelmäßigkeit von selbst nach und nach aufzuheben, und ein regelmäßiges krystallinisches Gefüge anzunehmen, jener ersten Kraft entgegenwirkt und den Rauminhalt der Kugeln wieder zu erweitern strebt, woraus weiter folgt, daß, je nachdem die eine oder die andere Kraft das Uebergewicht behält, bey Quecksilberthermometern der Nullpunkt bald erhöhet, bald erniedriget werden kann, wenn gleichwohl die comprimirende Kraft in den luftleeren die Oberhand behalten, und der Nullpunkt sich erhöhen dürfte, bey Weingeistthermometern dagegen die erweiternde Potenz im Allgemeinen vorwalten und den Nullpunkt hinabrücken mag.

Durch die neuern Untersuchungen über die Ausdehnungen der besonders flüssigen Körper und die Verschluckung der Wärme beym Uebergang in andere Zustände derselben hat man auch einen Versuch gemacht, den absoluten Nullpunkt, d. h. die absolute Abwesenheit der Wärme, zu bestimmen. Es war von der Akademie der Wissenschaften zu Paris eine Preisfrage für die Bestimmung der specifischen Wärme der gewöhnlichsten permanenten Gasarten ausgesetzt. Den Preis erhielten durch eine ausgezeichnete Abhandlung die Herrn de la Roche und Berard. Zwey andere ausgezeichnete Naturforscher, die Herrn Clement und Desormes hatten sich ebenfalls darum beworben; ihre Arbeit wurde aber, ob sie gleich in einigen Fällen mit den Resultaten von de la Roche und Berard übereinstimmte, von der Akademie nicht gebilligt, indem ihre angeführte Bestimmung auf der Voraussetzung einer Capacität für Wärme im luftleeren Raume beruhete, welche von der Commission der Akademie der Wissenschaften als unrichtig verworfen wurde. Nach abermaliger Ueberlegung dieses Gegenstandes und Anstellung mehrerer Versuche machten Clement und Desormes ihre Arbeit bekannt, um sie der öffent-

lichen Beurtheilung zu überliefern *). Sie leiteten aus ihren Versuchen folgende Schlüsse ab: daß die Temperaturveränderungen, welche durch die Ausdehnung oder Zusammendrückung der Gasarten, so wie durch ihr Eindringen in einen luftleeren Raum hervorgebracht werden, ganz und gar von der specifischen Wärme des leeren Raums herrühre; daß diese Wärme hinreichend ist, um bey + $12\frac{1}{2}$° ein gleiches Volumen Luft von gewöhnlicher Spannung von + $12\frac{1}{2}$° auf + 114 zu erwärmen; daß die specifische Wärme der Luft zwischen 0° und + 60° genau $\frac{1}{4}$ ist von der des Wassers, beyde nach gleichen Gewichten verglichen; und daß endlich der absolute Nullpunkt auf — 266°,66 Cels. fällt. Unter den Beweisen für diese Angaben führten sie einen Versuch von Gay-Lussac an, welchem zu Folge, wenn man zwey gleich große Luftbehälter hat, von welchen der eine luftleer ist, und man aus dem mit Luft gefüllten in den leeren Luft einströmen läßt, das Thermometer in dem letztern um eben so viele Grade steigt, als es in dem erstern fällt; ein Resultat, welches davon herrührt, daß die Luft in dem einen beständig ausgedehnt wird, während sie in dem andern von dem höchsten Grad der Verdünnung beständig verdichtet wird. Es ist aber dieser Meinung entgegengesetzt worden, daß hier wohl die Temperatur etwas niedriger ausfallen sollte, weil das Gas im Ganzen auf sein doppeltes Volumen ausgedehnt wird; und das Gas, welches in den leeren Behälter strömt, und mithin am meisten sich ausdehnt, nimmt einen Theil seiner Wärme von dem Ende des Hahnen, welche Wärme wiederum frey wird, wenn es von der nachströmenden Luft eine Condensation erleidet. Um jedoch die Meinung von Clement und Desormes über die specifische Wärme des luftleeren Raumes noch weiter zu widerlegen, stellte Gay-Lussac einen Versuch an, bey welchem der leere

*) Journal de physique, par *Ducrotay de Blainville*. T. LXXIX. p. 428.

Raum von einem Körper erfüllt werden konnte, dessen Veränderungen am Volumen keine Veränderungen in der Temperatur hervorzubringen vermochten. Er ließ das Ende eines sehr langen Glascylinders von $3\frac{1}{4}$ Zoll innern Durchmesser luftdicht verschließen, und in die Axe desselben ein Luftthermometer befestigen, welches so empfindlich war, daß $\frac{1}{600}$ Grad der hunderttheiligen Skale eine Länge von einem Millimeter einnahm, und daher mit Sicherheit bestimmt werden konnte: hierauf wurde der Cylinder luftleer gemacht, und mit Quecksilber gefüllt, wodurch er in ein sehr weites Barometer verwandelt wurde. Senkte man ihn in das Quecksilber, so stieg es hinauf, und füllte den leeren Raum mit einer Geschwindigkeit an, welche man in seiner Willkühr hatte; allein das Luftthermometer zeigte nicht die geringste Veränderung in der Temperatur, man mochte den leeren Raum sich schneller oder auch langsamer füllen lassen. Sobald dagegen der geringste Theil Luft in das Vacuum gelassen wurde, zeigten sich die Veränderungen in der Temperatur augenblicklich. Außerdem ist es, wie Herr Gay-Lussac bemerkt, klar, daß, wenn die Luft durch einen gewissen Grad von starker Compression, wie es z. B. in dem pnevmatischen Feuerzeuge gewöhnlich Statt findet, bis auf + 300° erhitzt wird, wobey Zunderschwam sich entzündet, und sie dann unter diesem Druck gelassen wird, bis sie sich auf die Temperatur des umgebenden Mediums abgekühlt hat, so wird, wenn diese Temperatur 0° ist, und man sie sich augenblicklich auf ihr erstes Volumen ausdehnen läßt, eine Kälte von 300° entstehen, und dies scheint ins Unendliche gehen zu können.

Clement und Desormes haben diesen Einwurf des Herrn Gay-Lussac dadurch zu begegnen gesucht, daß sie behaupteten, die Wärme, welche in dem Versuche mit dem Barometer frey werden sollte, sey zu gering. Allein hierauf wird wieder eingewendet, daß gleichwohl das Resultat, nach welchem Wärme auf eine merkbare Weise sich entwickele, wenn eine geringe Menge von Luft

hineingelassen werde, dadurch nicht widerlegt werde. Späterhin haben aber die Herrn Clement und Desormes neue Gründe beygebracht, welche theils davon hergenommen sind, daß das Eis eine geringere specifische Wärme besitze als das Wasser, wobey sie sich jedoch auf willkührlich angenommene Voraussetzungen stützen, theils von der Thatsache, daß Luft von 0° auf + 100° erhitzt, ihr Volumen um 0,375 vergrößert, woraus mithin folgt, daß ihr Volumen von 266⅔ Graden verdopelt wird; aber, bemerken sie, wenn es wahr ist, daß die Ausdehnung und Zusammenziehung der Luft für alle gleiche Zunahmen von Wärme gleich groß ist, wie die Versuche zu zeigen scheinen, so folgt, daß, wenn Luft von 0° auf 297° abgekühlt wird, sie auf eine absolute Abwesenheit der Wärme reducirt wird, und es folgt daher nach ihrer Meinung aus dem Gesetze der Ausdehnung der Gasarten, daß bey 266⅔ Graden unter dem Gefrierpunkte des Wassers der absolute Nullpunkt sich befindet.

Der Herr Prof. Benzenberg *) hat auf einem andern Wege den Versuch gemacht, den absoluten Nullpunkt zu bestimmen. Herr Dalton hatte nämlich den Unterschied, welchen Eiswasser und Dampf in der Capacität für Wärme haben, in einer Figur dargestellt, in welcher drey Cylinder von verschiedener Weite in einander steckten. Der Wassercylinder ist um 0,1 weiter als der Eiscylinder, und indem dieser voll von Wärme ist, mithin das Eis sich in Wasser verwandelt, bleibt das Thermometer bey 0° R. stehen, bis der Wassercylinder voll ist. Dann fängt der Wärmestoff im Thermometer an zu steigen bis dieses auf 80° steht. Sobald dieser Stand erreicht ist, kommt die Wärme in den Dampfcylinder, und verwandelt das Wasser in Dampf. Das Thermometer bleibt auf 80° stehen, bis dieser Cylinder auch voll von Wärme ist, und dann

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXI. S. 363 f.

fängt es wieder an zu steigen. Bey noch höhern Graden der Wärme würde vielleicht der Dampf in Luft verwandelt werden, wobey dann wieder einige Wärmemenge verschluckt würde, worüber aber Erfahrungen uns verlassen.

Da nun der Unterschied zwischen der Capacität der Cylinder bestimmt ist, und da zugleich die relativen Wärmemengen, welche sie fassen, bekannt sind, so kann die Höhe dieser Cylinder berechnet werden. Diese Höhe stellt nach Benzenberg die Entfernung vom absoluten Nullpunkte der Wärme vor. Setzt man nämlich diese Entfernung $=x$, die Capacität des Eises $=c=90$, und die Capacität des Wassers $=C=100$, so wie die Wärmemenge $=n$, welche verschluckt wird, wenn Eis in Wasser übergeht, und die $=66,6°$ R. beträgt; so hat man

$$Cx-cx=Cn, \text{ und } x=\frac{Cn}{C-c}=\frac{100.66,6}{100-90}=666°;$$

hievon die 66° abgezogen, welche beym Gefrieren frey werden, bleibt 600° für die Tiefe des absoluten Nullpunktes unter 8° R.

Dieselbe Rechnung auf Wasser und Dampf angewendet, wo die Capacität des Wassers $c=100$, die Capacität des Dampfes $C=155$, und die Wassermenge n, welche verschluckt wird, wenn Wasser in Dampf übergeht, $=420°$ R., giebt

$$x=\frac{Cn}{C-c}=\frac{155.420}{155-100}=1184°$$

hievon abgezogen die 420° R., welche bey der Dampfbildung latent werden, ferner die 80° vom Siedpunkte bis zum Gefrierpunkte, und endlich die 66°, welche beym Wasser latent werden; so hat man für die Entfernung des absoluten Nullpunktes der Wärme unter dem Gefrierpunkte des Wassers $=618°$ R.

Vergleicht man Eis und Wasserdampf mit einander, so giebt die Rechnung

$$x = \frac{C \cdot n}{C - c} = \frac{155 \cdot 466,6}{155 - 90} = 1160^\circ$$

Hievon 420 + 80 + 66° abgezogen, giebt für den absoluten Nullpunkt 594° unter dem Frostpunkte.

Das Mittel aus diesen drey Rechnungen wäre daher 604° R. Nach Benzenberg kann man daher wohl sicher den absoluten Nullpunkt der Wärme 600° R. unter dem Gefrierpunkte des Wassers annehmen.

Herr Berzelius bemerkt hiebey, daß das Resultat dieser Berechnung wahrscheinlich richtig seyn würde, wenn sich je eine Grundlage für diese Rechnung festsetzen ließe; allein die von Dalton angegebenen Zahlen seyen unrichtig; denn wenn er blos die specifischen Wärmen des Wassers in seinen drey verschiedenen Zuständen zu vergleichen suchte, so seyen sie dieserwegen unrichtig, weil die specifische Wärme des Wasserdampfs geringer sey als die des Eises, d. h. weil eine geringere Quantität von Wärme erfordert werde, um die Temperatur eines Pfundes Wasserdampfes um einen Grad zu erhöhen, als die des Eises. Habe er wiederum die gebundene Wärme mit in Rechnung gebracht, so werde das Resultat dennoch nur eingebildet, weil sich nie bestimmen ließe, wie groß der Theil der absoluten Wärme des Eises bey 0° sey, welcher der gebundenen Wärme in dem flüssigen oder dampfförmigen Wasser entspreche, und sich mithin die von Dalton angegebene Größe der drey Dimensionen nie finden lasse. Uebrigens bemerkt er noch ganz richtig, daß die Forschung nach dem absoluten Nullpunkte der Wärme mit dem Forschen nach dem perpetuum mobile und nach der Quadratur des Kreises in eine Kategorie gestellt werden müsse.

(Zus. z. S. 728. Th. VI). Crichton zu Glasgow hat sich der compensirenden Platten zur Verfertigung eines selbst aufzeichnenden Thermometers bedient. Es besteht dasselbe aus zwey Längenstreifen von Stahl und Zink, welche mit den Flächen an einander befestigt sind,

so daß die größere Ausdehnung oder Zusammenziehung die der Zink durch denselben Temperaturwechsel, im Vergleiche zum Stahl erleidet, eine Biegung der zusammengesetzten Stange bewirkt. Da die Stange an dem einen Ende auf einem Brete befestigt ist, so fällt die ganze Biegung an dem andern Ende vor, nämlich am kurzen Arm eines als Zeiger dienenden Hebels, dessen freyes Ende sich an einem graduirten Bogen bewegt. Das Instrument ist ursprünglich nach einem guten Quecksilberthermometer regulirt und die Bewegungen des Armes sind durch zwey feine Drähte angezeigt, die derselbe fortschiebt und im Maximum seiner Abweichung von dem zuletzt beobachteten Temperaturzustande rechts oder links liegen läßt.

Auf demselben Grunde hat Brequet ein vortreffliches Instrument angegeben, welches als eines der empfindlichsten Thermometer betrachtet werden kann. Es besteht dasselbe aus drey Plattenlagen von Silber, Gold und Platin, welche durch Druck bey einer hohen Temperatur vereinigt, und durch Hämmern auf eine Dicke von $\frac{1}{100}$ Linie reducirt werden. Diese Verbindung wird dann spiralförmig zusammengerollt, und durch mäßiges Glühen in diesem Zustande bleibend erhalten. Alsdann befestigt man sie mit ihrem obern Theile an eine feste Stütze, und giebt dem untern Theile eine metallene Horizontalnadel zu tragen, welche als Zeiger dient, so wie sie die Fig. 28. vorstellt. Wird diese Vorrichtung in Luft, von einer gewissen, sich gleich bleibenden Temperatur, gebracht, so nimmt er den Grad der Verlängerung und Krümmung an, den diese Temperatur für die über einander gelegten Platten mit sich bringt; so wie aber die geringste Temperaturveränderung eintritt, drehen sich die Windungen entweder mehr zusammen, oder weiter von einander, wobey sich der Zeiger mit fortbewegt. Durch Vergleichung dieser Bewegungen mit den Temperaturveränderungen, welche ein gutes Thermometer anzeigt, läßt sich der Gang des Instrumentes bestimmen:

und man hat dann an ihm, wegen seiner großen Oberfläche bey so geringer Masse, ein vorzügliches Mittel, für die schwächsten Temperaturveränderungen schnelle Anzeigen zu erhalten. Setzt man z. B. dasselbe unter den Recipienten einer Luftpumpe, und pumpt die Luft etwas schnell aus, so sieht man den Zeiger sogleich auf Kälte weisen, und ein bedeutendes Sinken der Temperatur anzeigen. Bald jedoch, wenn das Gleichgewicht der Temperatur sich wieder herstellt, kehrt er zu seinem ersten Stande zurück. Jetzt lasse man die Luft wieder zutreten, und die Bewegung des Zeigers wird auf eine eben so schnelle und beträchtliche Erhöhung der Temperatur deuten, als vorher die Erniedrigung derselben war. Hievon giebt man die Erklärung, daß diese Wärme sich aus der, im innern Recipienten zurückgebliebenen, Luft entbindet, indem dieselbe von der hinzustürzenden äußern Anfangs verdichtet wird.

Herr Leslie hat ebenfalls ein Instrument unter dem Namen eines Differenz-Thermometers angegeben, welches vorzüglich geeignet ist, den geringsten Unterschied verschiedener Temperaturen darzustellen. Es besteht dasselbe aus einer gekrümmten dem Buchstaben U ähnlichen Röhre, welche sich an beyden Enden mit hohlen Kugeln, worin sich Luft befinden, endigt, und in dem mittleren Raum etwas mit Carmin gefärbte Schwefelsäure enthält. Sind hier beyde Kugeln einer gleichen Temperatur ausgesetzt, so bleibt die flüssige Blase in Ruhe; ist aber eine Kugel mehr als die andere erwärmt, so wird durch die größere Elasticität der Luft von dieser Seite gedrängt werden und sinken, und daher auf der andern Seite in die Höhe steigen. Leslie wählte eine nicht leicht verdunstende und schwere Flüssigkeit wie die Schwefelsäure dieserwegen, damit bey den Wechseln der Temperatur die Trockenheit und Elasticität der eingeschlossenen Luftmasse keinen Aenderungen ausgesetzt sey. Alkohol würde leichter und in seinen Bewegungen schneller seyn; allein er würde durch Vermischung seiner Dämpfe

mit den ungleich erwärmten Luftmassen diese ungleich ausdehnen und die Anzeigen des Instruments unsicher machen. Um den Unterschied der Wärme beyder Kugeln genau anzugeben, hatte Leslie eine tausendtheilige Skale gewählt, die nämlich den ganzen Raum zwischen der Temperatur des gefrierenden und des kochenden Wassers in 1000 Theile theilt.

Ein dem Leslie'schen ähnliches Instrument hat der Graf v. Rumford unter dem Namen eines Thermoscops beschrieben. Es unterscheidet sich dasselbe von dem Differenzthermometer des Herrn Leslie blos darin, daß der längere Theil der Röhre horizontal ist und daß seine beyden Kugeln in einer weitern Entfernung von einander gebracht sind. Dadurch erhält man mehr Leichtigkeit, auf jede derselben besonders zu wirken, indem man sie durch Schirme von Pappe, mit Goldpapier überzogen, trennt. Die Empfindlichkeit dieses Instrumentes hängt von der Dicke der Kugeln und der Kleinheit der Röhre, so wie der Dünne des Glases ab. Sie kann so bedeutend seyn, daß die bloße Wärme der, in zwey bis drey Meter Entfernung hingehaltenen Hand hinreicht, die flüssige Blase nach der andern Kugel um ein sehr merkliches fortbewegen zu lassen. Ist dagegen der dargebotene Körper kälter als die Kugel, der man ihn nähert, so bewegt sich die Blase gegen diesen zurück.

M. s. praktisches Handwörterbuch der Chemie von Ure, Artikel: Thermometer. Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XL. S. 260 ff. Berzelius Jahresbericht. Erster Jahrgang. Tübing. 1822. 8. S. 16 ff. Lehrbuch der Experimental-Physik v. Biot. Th. I. S. 148. Th. IV. S. 245 f. Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten rc. von John Leslie übers. von A. W. Brandes. Leipzig 1823. 8. S. 52 f.

Thermometergraph (Zus. z. S. 731. Th. VI.). Ein anderes Instrument dieser Art hat Herr Bonafous angegeben. Es besteht dasselbe aus einer Glasröhre,

deren Durchmesser etwa das Dreyfache einer gewöhnlichen Thermometerröhre beträgt; ihre Länge steht im Verhältniß zu den Temperaturgraden, welche man messen will. In der Mitte ist die Röhre gebogen, so daß sie zwey parallele Arme bildet, von welchen einer in eine verlängerte vertikale, hermetisch verschlossene, Kugel ausläuft, der andere aber in ein cylindrisches Gefäß von demselben Durchmesser wie die Kugel, jedoch nach unten gekehrt und etwa ¼ so lang als die ganze Röhre. Jeder Arm ist beynahe bis zur Hälfte mit Quecksilber angefüllt, über welchem so viel Alkohol schwimmt, daß der übrige Raum und der Cylinder ebenfalls erfüllt sind, die Kugel aber bleibt bey mäßiger Temperatur leer. Auf dem Quecksilber ruht in jedem Arm ein sehr dünnes ½ Zoll langes Glasröhrchen, das unten auf einer Scheibe vom schwarzen Email aufsitzt. In diesem Röhrchen ist eine Stahlnadel und an beyden Enden der Röhre wird ein Haar befestigt, dessen beyde Enden an der Röhre der Länge nach hinlaufen. So können die innern Röhrchen durch das Quecksilber in die Höhe gehoben werden, und wenn sie herabsinken, so bleiben sie vermöge der Elasticität des Haars an der Wand der äußern Röhre hangen. Die untere Spitze der Nadeln zeigt die Temperaturgrade an, die auf einer Platte an jeder Seite der Röhre, aber verkehrt, angemerkt sind. Die Vortheile dieses Instruments sind: 1. es giebt während der Abwesenheit des Beobachters das Maximum und Minimum der Temperatur an, wozu man sonst zweyer Thermometer braucht, 2. bleibt es immer in vertikaler Lage.

Titan (Zus. z. S. 123.). Dieses Metall ist in Ansehung seiner Eigenschaften unter allen übrigen Metallen am wenigsten untersucht. Es hat seine großen Schwierigkeiten ganz reines Titanoxyd zu erhalten. Laugier glaubte ein solches durch Behandlung mit Kleesäure zu gewinnen. Herr Prof. Lampadius bereitete sich Titanoxyd durch Zersetzung des galläpfelsauren Titans mit feuerbeständigem Alkali, und war in der

Meinung, aus diesem Oxyde die Reduction des Titanmetalls mit Hülfe der Holzkohle bewirkt zu haben. Es hatte dieses Metall eine dunkele Kupferfarbe mit vielem Metallglanz, war spröde und in kleinen Schuppen beträchtlich elastisch. In der Luft verlor es seinen Glanz und ward durch Hitze leicht oxydirt; dann erhielt es ein bläuliches Ansehen. Auch gelang es dem Herrn Prof. Rose zu Berlin, durch Behandlung der Titansäure mit Schwefelkohlenstoff, Schwefel-Titan darzustellen. Sonst bemerkten aber die Herrn Stodart und Faraday, daß wohl schwerlich eine vollkommene Reduktion des Titaniums bewirkt worden sey. Indessen wollte doch der Herr W. H. Wollaston wirklich metallisches Titan in Form kleiner Würfel in Eisenschlacken aufgefunden haben.

Uebrigens wird das Titanoxyd zur braunen oder gelben Malerey auf Porzellan gebraucht.

Ton (Zus. z. S. 125. Th. V.). Durch die interessanten Entdeckungen des Herrn Chladni wurden die Verfahrungsarten bekannt, die Schwingungsarten in den festen Körpern auszumitteln und kennbar zu machen. Nach Chladni's Untersuchungen können gerade feste Stäbe, z. B. aus Stahl, Glas u. dgl. wie die Saiten, transversal und longitudinal schwingen, und man findet dabey, daß die Gesetze der transversalen Schwingungen der starren Körper von denen der Saiten gar sehr abweichen, weil in letztern die Spannung nur nach der Längenrichtung wirkt, dagegen in den festen Platten und im Allgemeinen in den starren Flächen die Spannkraft auf die Krümmung selbst wirkt. Was die transversalen Schwingungsarten betrifft, so kann nach Chladni ein fester Stab in sechs Fällen verschiedene Progressionen annehmen: 1) wo ein Ende des Stabes fest, das andere ganz frey ist; in diesem Falle verhält sich der erste (tiefste) Ton zum zweyten, wie das Quadrat von 2 zum Quadrat von 5, oder wie 4:25. Von der zweyten Schwingungsart angerechnet, verhalten sich die Töne, wie die Quadrate von 3,

5, 7, 9 u. s. f.; 2) und 3) wo ein Ende des Stabes an einen festen Gegenstand angestemmt, das andere ganz frey ist, imgleichen, wo ein Ende des Stabes ganz fest und das andere nur angestemmt ist; in diesen Fällen kommt die Folge der Töne mit den Quadraten der Zahlen 5, 9, 13, 17, 21 u. s. f. überein: 4) und 5) wo beyde Enden des Stabes frey, imgleichen, so wie beyde fest sind; in diesem Falle kommt die Reihenfolge der Töne mit den Quadraten der Zahlen 3, 5, 7, 9, 11 u. s. f. überein: 6) wenn beyde Enden angestemmt sind; hier kommt die Folge der Töne mit den Quadraten der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 u. s. f. überein. Um diese verschiedenen Schwingungsarten der festen Stäbe anschaulich zu machen, verfährt man auf folgende Art: Soll ein Ende des Stabes unveränderlich fest seyn, so spannt man es in einen Schraubenstock fest ein; soll es sich aber blos gegen einen Widerstand stemmen, so druckt man es gegen eine feste Fläche an. Um nun einen Stab in Schwingungen zu versetzen, reibt man ihn der Quere nach mit einem, leicht mit Colophonium bestrichenen, Bogen; will man ferner zugleich Schwingungsknoten, wie bey den Saiten, hervorbringen, so bringt man dies zu Stande, wenn man auf einem der Punkte, welche in Ruhe bleiben sollen, leicht mit der Kante eines festen Körpers druckt. Reihet man alsdann an den cylindrischen Stäben kleine Ringe von ganz dünnem und leichten Papier, so bewegen sich diese nach den Schwingungsknoten hin, wo gar keine Bewegung Statt hat.

Vergleicht man Stäbe aus einer und derselben Materie unter einander, welche sich blos in ihrer Dicke und Länge unterscheiden, so verhält sich die Schwingungszahl bey gleicher Schwingungsart gerade wie die Dicke derselben und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Sind die Längen einander gleich, so verhalten sich die Schwingungszahlen wie die Dicke, und es müssen folglich die dicksten Stäbe die höchsten Töne geben. In Stäben von einerley Materie und ähnlicher Gestalt, welche

sich folglich in der Dicke zu einander eben so, wie in der Länge, verhalten, stehen die Zahlen, welche die Töne ausdrucken, im umgekehrten Verhältnisse ihrer ähnlichen Dimensionen; mithin im umgekehrten Verhältnisse der Cubikwurzeln der Gewichte, weil sich hier die Gewichte, wie die Würfel der Dimensionen verhalten.

Die geraden elastischen Stäbe können ebenfalls, wie die Saiten, nach der Richtung ihrer Länge schwingen. Um vermittelst dieser Schwingungsart die Töne in der größtmöglichsten Stärke hervorzubringen, muß man den Stab zwischen den Fingern fest halten, mit einem Stücke feuchten Tuches umgeben, und damit der Länge nach reiben. Hiezu wird erfordert, ihn noch an irgend einem andern Punkt der Unterstützungen halber zu berühren; die Stelle, wo dies geschieht, wird zu einem Schwingungsknoten. Die verschiedenen Unterabtheilungen dieses Stabes in aliquote Theile geschieht auf dieselbe Art, wie bey den Saiten, indem man einen oder mehrere Punkte, die unbeweglich bleiben sollen, berührt, und das Reiben um die Mitte eines der in Schwingung zu versetzenden Theile unternimmt. Die Zahlwerthe der Töne folgen der nämlichen Reihe als die der Längenschwingungen der Saiten, d. h. sie stehen im umgekehrten Verhältnisse mit den Längen; und die Höhe der Töne ist ebenfalls sehr bedeutend im Verhältniß zu der, welche transversale Schwingungen bey gleichen Längen hervorbringen; daher wird erforderlich, sehr lange Stäbe anzuwenden, um sie noch vornehmlich zu erhalten. Der erste und tiefste Ton wird hervorgebracht, wenn man den Stab in seiner Mitte zwischen den Fingern faßt, und eine seiner Hälften nach dem freyen Ende zu reibt. Bezeichnet man die Schwingungszahl für diesen ersten Ton mit 1, so werden die Schwingungsarten für alle übrige Töne, welche sich durch denselben Stab hervorbringen lassen: 1, 2, 3, 4, 5 . . n, so daß, wenn der erste Ton C ist, die andern seyn werden c, g, $\bar{c}$, $\bar{e}$, $\bar{\bar{c}}$. Diese

Tonfolge hat jedoch der Stab nur, wenn er ganz frey, oder an beyden Enden befestigt, longitudinal schwingt; außerdem kann er aber auch noch, an beyden Enden befestigt, in Längenschwingungen versetzt werden, wenn man ihn der Länge nach in einer nicht allzu großen Entfernung von dem freyen Ende streicht; in diesem Falle verhält sich die Reihenfolge der Töne, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. s. f.

Beym elastischen festen Stabe sowohl, als bey der Saite, wenn beyde cylindrisch sind, kann man sich die Vorstellung machen, daß die Longitudinalbewegung erst bloß einem Durchschnitte eingepflanzt würde, welcher ihn dann zu allen übrigen fortpflanzte, vermöge seiner elastischen Gegenwirkung, welche ihn nach seinem Ruhepunkt zurückführt. Nach dieser Vorstellungsart kann, wenn der Stab, oder die Saite, beyde vollkommen cylindrisch sind, ihre Dicke keinen Einfluß auf die Töne haben, welche sie durch ihre Längenschwingungen hervorbringen, indem es sich von selbst zu verstehen scheint, daß alle Theile ein und desselben Durchschnitts sich zugleich und einander parallel bey jeder Schwingung bewegen müssen. Auch bestätigt die Erfahrung wirklich die Unabhängigkeit der Töne von der Dicke der Stäbe. Nach der Bemerkung des Herrn **Savart** aber scheint der Parallelismus der Durchschnitte nicht Statt zu finden, wenigstens nicht innerhalb der Grenzen der Dicke, welche die Stäbe haben müssen, wenn sie noch starr seyn sollen. Dies schienen die Zahl und die Anordnung der Knotenlinien anzudeuten, die sich auf ihrer Oberfläche bildeten, indem Sand auf sie gestreuet wurde; denn diese Linien entsprachen keinesweges denen, welche der Parallelismus der Durchschnitte, auf die Reihenfolge der Töne angewandt, ergeben würde.

Nach **Savart** giebt es unter allen Arten von Längenschwingungen, in welche ein und derselbe Stab gerathen kann, eine die man die freywillige nennen könnte, weil sie jeder Stab gleichsam freywillig annimmt. Si-

wird auf folgende Art hervorgebracht: man faßt den Stab in seiner Mitte mit den Fingern ganz leicht, und schlägt mit einem harten Körper denselben an den Enden in seiner Längenrichtung. Ist nun vorher auf denselben Sand gestreuet worden, so bildet sich eine gewisse Reihe von Knoten, die bey jedem Stabe sich immer gleich bleibt, man mag an das eine oder das andere Ende desselben schlagen. Aber, was noch bemerkenswerther ist, kehrt man den Stab um, so daß die untere Fläche oben kommt, bestreuet diese mit neuem Sande und schlägt wiederum an ein Ende desselben an, so ordnet sich zwar der Sand abermals auf eine bestimmte und für beyde geschlagene Enden gleich bleibende Weise an; allein die Vertheilung der Knotenlinien wird eine ganz andere, als für die erste Oberfläche seyn. Dies findet Statt, der geschlagene Streifen mag von Glas, Holz, Metall, oder sonst einem andern festen Stoff bestehen. Ferner, wenn seine Dicke wenigstens 2 bis 3 Millimeter beträgt, so wechseln die Knotenlinien auf beyden Oberflächen ab, so daß die eine auf der einen Oberfläche befindliche, Knotenlinie jedesmal der Mitte eines schwingenden Theils der andern gegenüber liegt. Es scheint hiernach, als ob in solchen Streifen, ungeachtet sie uns in allen Stücken homogen erscheinen, doch eine Ungleichartigkeit der beyden Oberflächen Statt fände, so daß sie gewisser Maaßen eine Vorder- und eine Kehrseite hätten, welche durch die verschiedene Art, wie sie sich abtheilen, bemerklich werden.

Herrn Savart war es nun vorzüglich darum zu thun, die Verbindungen, welche die auf den Gegenflächen eines und desselben Streifens sich bildenden Knotenlinien verknüpft, näher kennen zu lernen, und wiederholte daher seine Versuche mit Streifen, deren Breite und Dicke verstatteten, die Gestalt der Knotenlinien auf jeder ihrer vier Seitenflächen successiv zu untersuchen, indem er sie sämmtlich derselben Art der Längenschwingungen unterwarf. Zu diesem Ende befestigte er an eins

der Enden des Streifens ein dünnes, einige Decimeter langes, Glasstäbchen, durch dessen Reibung die Schwingung erregt wurde. Die Richtung der Knotenlinien, welche sich bey Erschütterung des Streifens auf den vier Seitenflächen bildeten, zeichnete er auf, und bemerkte dabey, daß sie in einander überliefen, so daß sie um jeden Streifen eine Spirallinie bildeten. Die Richtung ihrer Windungen und der Zwischenraum zwischen denselben bleibt sich in jedem Streifen für ein und denselben Ton gleich; ändert sich aber in dem Maße, als man die verschiedenen Töne nach einander hervorbringt, deren der Streifen fähig ist. Diese Art, die Erschütterung durch ein längliches Stäbchen mitzutheilen, ist von so großer Wirkung, daß eine einfache Glasröhre hinreicht, die ganze Masse eines sehr dicken Balkens in Schwingungsbewegung zu versetzen, und augenblicklich Knotenlinien darauf hervorzubringen. Man braucht nur die Glasröhre bis zu einer Tiefe von einigen Centimetern in eine Oeffnung von ungefähr dem nämlichen Durchmesser, die an dem einen Ende des Balkens angebracht ist, zu stecken, und mit Siegellack so darin zu befestigen, daß sie an seiner Masse hinreichende Festigkeit hat. Savart hat sogar diese so wirkende Verfahrungsweise auf einen Papierstreifen anwendbar gemacht, und so auch hier den Gegensatz der Knotenlinien auf den beyden Oberflächen zu Stande gebracht. Zu dieser Absicht spannte Savart einen Papierstreifen so aus, daß er seine beyden Enden auf zwey Brettchen von Fichtenholz leimte, welche mit einander parallel und senkrecht auf ein Brett von festerer Beschaffenheit befestigt waren. Um ihn in die nöthigen Schwingungen zu versetzen, strich er mit einem Bogen über das Ende eines der Seitenbretter, an welche der Papierstreifen geleimt war. Glückte es ihm, einen reinen Ton daraus hervorzulocken, so ordnete sich, der auf dem Streifen gestreuete, Sand sogleich in Knotenlinien an, welche auf beyden Oberflächen desselben eine entgegengesetzte Richtung hatte, wie er sich

überzeugte, wenn er den Versuch mit demselben noch einmal wiederholte, nachdem er ihn zuvor nur so umgekehrt hatte, daß der Papierstreifen gegen die Erdoberfläche die umgekehrte Lage annahm. Damit diese Erscheinung besser in die Augen fällt, ist es sehr zweckmäßig, daß der Sand, welcher immer sehr fein und trocken genommen werden muß, eine andere Farbe, als der Papierstreifen, besitze. Auch darf man von demselben nur sehr wenig auf den Papierstreifen streuen, wenn der Versuch gut gelingen soll.

Durch die merkwürdigen Schwingungen elastischer Glasstreifen von sechs Fuß Länge, welche Herr Savart bey seinen Versuchen beobachtet hatte, wurde Herr Biot *) auf den Gedanken geleitet, ob nicht durch den Zustand innerlicher Bewegung die Theilchen des Glases in Lagen versetzt würden, welche sie fähig machten, auf das polarisirte Licht nach Art der Körper zu wirken, deren Struktur zwar nicht regelmäßig, aber doch so beschaffen ist, daß zwischen den Theilchen derselben irgend eine gegenseitige Abhängigkeit bedingt ist. Er ließ daher einen dicken Bündel polarisirten Lichtes auf ein schwarzes so gestelltes Glas fallen, daß an demselben keine Zurückwerfung Statt finden konnte, und untersuchte nun den gegenwärtigen Zustand der Structur des Glasstreifens, indem er diesen Strahlenbündel durch denselben hindurchgehen ließ, und beobachtete, ob er ihn modificire. Es zeigten sich einige Spuren von Farben, welche denen der ersten farbigen Ringe in Newton's Tafel entsprachen, und durch ihre Anordnung denen analog schienen, welche man in Glasstreifen gewahr wird, die nach starkem Erhitzen plötzlich erkaltet sind. Sie waren am merkbarsten in der Mitte der Länge des Glasstreifen, man mochte das polarisirte Licht durch denselben nach der Dicke oder nach der Breite hindurchgehen lassen, und wurden zu beyden Seiten der Mitte schnell

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXV. S. 26 ff.

schwächer, so daß sie nach den Enden zu fast ganz fehl-
ten. Hielt man dagegen den Glasstreifen in der Mitte
fest, ließ den polarisirten Lichtbündel durch die eine
Hälfte desselben nach der Dicke hindurchgehen, und strich
die andere Hälfte des Streifen mit einem feuchten Lap-
pen, so daß der Streifen in Längenschwingungen gerieth,
so sah man jedes Mal, wenn der Längenton losbrach,
einen hellen Blitz weißen Lichtes auf der Oberfläche des
absorbirenden schwarzen Glases glänzen; ein Beweis,
daß in der Richtung der Polarisirung eine Veränderung
bewirkt worden war. Je voller und stärker dieser Ton
bey unveränderter Höhe war, desto heller glänzte das
Licht und sobald er gehört zu werden aufhörte, erschien
das ganze absorbirende Glas wieder dunkel, wie vorher;
ein Zeichen, daß dann also die Polarisation wieder in
ihrer ursprünglichen Richtung vor sich ging. Als der
polarisirte Lichtbündel durch die eine Hälfte des Glas-
streifens nach der Breite, welche 13 Linien betrug, hin-
durchgelassen wurde, erschienen sogleich die schmalen far-
bigen Linien, welche den ersten Ordnungen der farbigen
Ringe analog sind, nach der Länge des Glasstreifen,
modificirten hier lebhaft die ursprünglichen farbigen Strei-
fen, und gaben nicht mehr blos das bläuliche Weiß der
ersten Ordnung, sondern gingen bis zur Orangefarbe herab.

Herr Biot hat die auf diese Weise erzeugten Wirkun-
gen bey den ersten drey Tönen beobachtet, welche dem
Streifen zu Folge waren: das 5 gestrichene f, das 6 ge-
strichene f und das 7 gestrichene c, vorausgesetzt, daß
man unter C das einer 8 füßigen ungedeckten Orgelpfeife
versteht. Und dies entspricht vermöge der Länge des
Streifens der von Chladni angegebenen Geschwindigkeit,
mit der sich der Schall durchs Glas fortpflanzt, so wie
auch der Reihe von Tönen, welche derselbe für die Län-
genschwingungen eines an beyden Enden freyen Stabes
angegeben hat. Jede dieser drey Arten des Schwingens
erzeugte die angegebenen ähnlichen Wirkungen in Hinsicht
des Lichtes, nur daß bey dem dritten Tone ein hellerer

Blitz als bey den beyden ersten Tönen entstand, weil vielleicht die ihn erzeugenden Schwingungen regelmäßiger und dauernder waren. Uebrigens wurde bey allen diesen Tönen in dem Abstande von ungefähr 3½ Zoll von dem Ende des Glasstreifens, das Wiederscheinen des Lichtes sehr schwach, und an den Enden selbst erschien es gar nicht.

Ueber die Mittheilung der Schwingungsbewegungen hat vor allen andern Herr Savart sehr befriedigende Aufschlüsse gegeben. Um sich zu belehren, von welcher Art die Bewegung ist, die dem Resonanzboden, sey es durch eine über ihn hinweggespannte Saite, oder auch durch einen darauf gesetzten schwingenden Körper, wie die Stimmgabel mitgetheilt wird, stellte er folgenden Versuch an: Ueber ein recht dickes hölzernes Lineal spannte er eine Violinsaite, die er über einen hölzernen Steg gleich der gewöhnlichen Violinen gehen ließ; anstatt aber die Füße dieses Steges auf das Brett selbst aufzusetzen, auf welchem die Anheftungspunkte der Saiten befindlich waren, ließ er sie von einer runden Bleyscheibe tragen, deren untere Fläche vom Brett durch zwey kleine Klötzchen von Kork oder Holz geschieden war. Nach so getroffener Anordnung streuete er feinen und trockenen Sand auf die Scheibe, und lockte durch Streichen mit einem Bogen einen Ton aus der Saite hervor. Sogleich gerieth der Sand in Bewegung, wie bey Chladni's Versuchen, und ordnete sich eben so in eine bestimmte Klangfigur. Aenderte er den Ton der Saite durch größere Spannung oder durch Nachlassung derselben, so änderte sich auch die Klangfigur, und selbst bey den geringsten Abänderungen in der Tonhöhe traten entsprechende Aenderungen in den Klangfiguren ein. Bey diesem Versuche geräth daher die Oberfläche der Metallscheibe, auf welcher der Steg ruhet, ganz und gar in Bewegung durch den Einfluß, den sie durch die Pulsationen des letztern erfährt; und ihre Bewegung muß hiebey dieselben Perioden als diese Pulsationen halten; die Knotenlinien, welche sich auf ihrer Oberfläche bilden, sind in

jedem Falle solche, durch welche sie auf die, zu der Schwingungsart, der sie sich anpassen muß, erforderliche Art abgetheilt wird. So erfolgen ihre Excursionen synchronistisch mit denen der Saite, von welcher ihre Bewegung durch Mittheilung ursprünglich vermittelt wird; und wahrscheinlich findet umgekehrt ein rückwirkender Einfluß auf die Saite durch die Schwingungsart Statt, in welche nicht nur die Scheibe, sondern auch das hölzerne Lineal, worauf sie ruht, und selbst die Unterlagen, die das Ganze unterstützen, gerathen. Die Saite, die Scheibe, das Lineal und die Unterlagen stellen auf diese Art ein, ein Ganzes ausmachendes, System dar, dessen Schwingungen unter einander zusammenstimmen, obwohl sie auf verschiedene Art vor sich gehen. Die Höhe oder Tiefe des Tones, den dieses System von sich giebt, und welcher von der Schnelligkeit, mit der es seine Schwingungen vollbringt, abhängt, wird ursprünglich durch die der Saite ertheilte Spannung bestimmt, und seine Intensität hängt von der Summe der Impulse ab, welche der umgebenden Luft durch alle schwingenden Theile des Systems eingepflanzt werden.

Auch hat Savart auf eine befriedigende Art den Mechanismus, wodurch die der Saite durch den Bogen unmittelbar ertheilte ursprüngliche Erschütterung sich zum Steg und von da zur Scheibe fortpflanzt, durch die beyden folgenden Versuche dargelegt. Auf eine feste Unterlage PP′ (Fig. 29.) befestigte er senkrecht zwey fichtene Brettchen SP und S′P′, verband am obern Ende des Brettchens S′P′ mit einem andern Brettchen S′C parallel mit der Unterlage P′P, das aber kürzer als diese war, und brachte endlich dasselbe durch eine Violinsaite, die von C bis nach S ausgespannt war, mit dem Brettchen PS in Verbindung. Nachdem er nun dies Brettchen S′C mit feinem und trockenem Sande bestreuet hatte, strich er die Saite CS mit einem Bogen, dem er nach und nach verschiedene Richtungen gegen die Oberfläche des Brettchens gab. Diese Verschiedenheit, welche

die Tonhöhe des Systems ungeändert ließ, brachte verschiedene Knotenlinien auf dem Brettchen CS' hervor. Ward der Bogen parallel mit der Oberfläche des Brettchens bewegt, so zeigte diese Bewegungsart des Sandes, daß seine Schwingungen tangential waren; auch hatten die Knotenlinien die dieser Schwingungsart zukommende Gestalt, und waren auf beyden entgegengesetzten Flächen dissymmetrisch. In dem Maaße als der Bogen geneigt ward, änderte sich auch ihre Gestalt; hatte er endlich eine auf die Oberfläche des Brettchens senkrechte Richtung angenommen, so deutete die Bewegung des Sandes auf eine ganz normale Schwingungsart, auch waren die Knotenlinien so beschaffen, wie sie bey einer solchen Schwingungsart seyn müssen, und entsprachen sich genau auf den beyden Gegenflächen des Brettchens. Es zeigt alles dies daher aufs deutlichste, daß die Saite den Theilchen des Brettchens in C die nämliche Richtung der Bewegung eingepflanzt, nach welcher sie selbst schwingt; daß diese Theilchen sie zunächst ihren benachbarten mittheilen, diese wieder andern, und sofort durch das ganze Brettchen hindurch mit Beybehaltung immer der nämlichen Richtung.

Dieses wichtige Resultat erhielt seine Bestätigung auch noch durch einen anderen Versuch Savart's welchen die Fig. 30. erläutert: PP' war auch hier ein fester Träger, an welchen, wie vorhin, zwey fichtene Brettchen PS und P'P' in senkrechter Richtung befestigt sind. Die Enden S, S' dieser beyden Brettchen waren aber durch eine Violinsaite verbunden, welche durch die Mitte einer kreisförmigen Holzscheibe AA' ging, die an der Mitte der Saite durch bloße Reibung festgehalten wurde. Man hilt den Apparat so, daß die Saite vertikal, die Scheibe horizontal war, bestreute letztern mit feinem und trockenem Sande, und strich die Saite der Quere nach mit einem Violinbogen. Sogleich zeigte sich durch die Bewegung des Sandes auf der Scheibe und durch die Gestalt der Knotenlinien, daß in der Scheibe

längenschwingungen Statt hatten. Auch sonst war immer die Richtung der Bewegungen des Sandes der Richtung der Bewegungen des Bogens parallel, und die constante Klangfigur, welche sich auf der Scheibe bildete, änderte sich zugleich mit der Richtung ab, welches ganz auf dieselben Gesetze der Mittheilung hinwieß, die durch den ersten Versuch angedeutet worden waren.

Diese Totalschwingung, in welche Scheiben und Streifen aus fester Materie in Folge mitgetheilter Bewegung gerathen, gab Herrn Savart den Aufschluß über die Erschütterungsart, in welche die Resonanzboden der musikalischen Instrumente durch den Einfluß der über sie gespannten Saiten gerathen. Diese Resonanzboden schwingen hienach auch nach Art der Scheiben, d. h. indem sie sich in verschiedene schwingende Theile abtheilen, die durch den Ton, den sie hervorbringen müssen, bestimmt sind, und deren Größe und Gestalt von der Gestalt des Resonanzbodens und dem Grade der Elasticität, mit dem seine verschiedenen Theile begabt sind, abhängt. Diese Resultate hat Savart an einer Violine aus ebenen Holztafeln aufs entscheidendste dargethan, auf welche er feinen und trockenen Sand streuete. Strich er nämlich eine der darüber gespannten Saiten mit einem Bogen, so erzitterten die Tafeln sogleich in ihrer ganzen Ausdehnung, und theilten sich von freyen Stücken in verschiedene Theile ab, welche durch Knotenlinien getrennt waren, nach welchen der Sand hinfloh, und deren Gestalt sich mit der Höhe des Tones, den die Saite gab, abänderte. Hieraus erhellet, von welchem großen Einflusse die glückliche Wahl des Holzes mit beweglichen und leicht erregbaren Fasern auf die Güte musikalischer Instrumente seyn müsse; allein nur durch die Erfahrung kann man sich von diesen Eigenschaften versichern. Im Allgemeinen hat man klingende, trockene, elastische, recht gleich gefaserte Holzarten zu wählen und durch ähnliche Versuche, als die hier beschriebenen, zu prüfen, ob sie in allen ihren Theilen gleichförmig klingend sind. Und

nach allen diesen muß man noch geeignete Saiten für das Instrument aufsuchen, indem manche Saite schlecht auf einer Violine klingt, die einen guten Ton auf einer andern giebt. Auch scheinen die Resonanztafeln an Vollkommenheit mit der Zeit zu gewinnen.

Die Mittheilung der Schwingungen bey den musikalischen Instrumenten geschieht nicht allein auf unmittelbarem Wege von den erschütternden Saiten zu den Tafeln, an welche man sie befestigt, sondern sie erfolgt auch durch alle Zwischenkörper hindurch, welche mit dem Instrument selbst ein Ganzes ausmachen. Auch dies hat Savart durch eine Menge sinnreicher Versuche vollkommen dargethan. Man nehme z. B. zwey kreisförmige Scheiben von Holz von gleichen Dimensionen und von derselben Beschaffenheit, so daß beyde den nämlichen Ton durch dieselbe Schwingungsart hervorbringen, wenn sie, jede für sich, erschüttert werden. Man verbinde beyde Scheiben mit einander durch ein, in ihrer Mitte und senkrecht auf ihre Ebene mit etwas Siegellack oder festem Mastix zu befestigendes Hokzstäbchen, fasse dieses Stäbchen mit den Fingern, so daß beyde Scheiben horizontal werden, bestreue ihre obern Flächen mit feinem und trockenem Sande, und versetze nun eine derselben in Schwingung, indem man ihren Rand mit einem Violinbogen streicht. Die gestrichene Scheibe theilt sich auf eine gewisse Art ab, welche von dem Ton, den sie giebt, abhängt, und durch den Sand bemerklich gemacht wird, der sich auf den Knotenlinien sammelt. Die andere Scheibe nun, welche nicht unmittelbar erschüttert wurde, und blos durch den verbundenen Stiel eine Bewegung mitgetheilt erhalten konnte, theilt sich ebenfalls von freyen Stücken und auf die nämliche Art, als die erste Scheibe, ab, wie sich aus der Anordnung des Sandes, auf ihrer Oberfläche ergiebt; und wenn sie, anstatt mit der erstern für sich gleichtönend zu seyn, von ihr im Durchmesser oder der Dicke abweicht, so nimmt sie, in Hinsicht auf die Verschiedenheit dieser Elemente, eine solche Un-

tereintheilungsart an, daß sie doch noch den nämlichen Ton giebt. Savart fand, daß sich diese Fortpflanzung nicht blos auf zwey Scheiben, und einen einzigen Stiel, beschränkt, sondern eben so durch eine beliebige Anzahl untereinander angebrachter Scheiben und Stiele hindurch Statt fand. Die ursprünglich einer einzigen eingepflanzte Schwingungsbewegung pflanzt sich zu allen andern mit derselben Leichtigkeit fort.

Savart nahm hiebey folgenden merkwürdigen Umstand wahr, daß nämlich die Töne eines solchen Systems von Scheiben etwas von dem Tone abweichen, welchen jede einzelne Scheibe geben würde, wenn sie für sich auf die nämliche Art schwänge; er fand, daß eine solche Modification der zugehörigen Töne überhaupt bey der Bewegung der Körper, die durch ihre Verbindung zugleich zu schwingen genöthigt sind, Statt hat.

Auch wieß Savart durch Versuche nach, daß diese Mittheilung der Bewegung unter den verschiedenen Körpern, welche zusammen ein System von fester Masse bilden, bald durch transversale bald durch longitudinale Schwingungen erfolgt. Es bestehe z. B. ein System solcher fester Massen aus einer beliebigen Anzahl flacher Glasstäbe, welche rechtwinklicht über einander, mithin unter sich parallel, angeordnet, und unter einander verbunden sind. Setzt man nun den ersten Stab in Schwingung, entweder transversal oder longitudinal, so wird die Bewegung durch successive Mittheilung zu allen andern Stäben fortgepflanzt, so daß sie immer abwechselnd in denselben als transversale oder longitudinale Schwingungsart sich zeigt. Wird z. B. der erste Stab des Systems der Quere nach mittelst eines Bogens erschüttert, so kommt er in transversale Schwingungen, welche mithin nach der Längenrichtung des zweyten auf den ersten senkrecht aufgesetzten Stabes vorgehen, und, indem sie an sein Ende gelangen, dieselbe Wirkung auf ihn ausüben, welche ein fester Cylinder, der ihn nach seiner Länge an dem Ende stieße, hervorbringen würde;

d. h. sie versetzen ihn in longitudinale Schwingungen. Gelangen nun diese zum dritten Stabe, so treffen sie ihn in einer, auf seiner Länge senkrechten Richtung, und bestimmen ihn dadurch zu einer transversalen Bewegung, welche wiederum den folgenden Stab longitudinal erschüttert u. s. f. Würde dagegen der erste Stab longitudinal erschüttert, so würde nach demselben Gesetze der mit sich parallelen Fortpflanzung, der zweyte Stab in transversale, der dritte in longitudinale Schwingung gerathen, und so abwechselnd fort. Diese successiv eintretenden relativen Umwandlungen der Bewegungen erfolgen mit vollkommener Regelmäßigkeit und einmal wie das andere; denn bildet man ein System, in welchen alle Stäbe, die auf der Stufe der ungeraden Zahlen in der Reihenfolge stehen, so wie alle, die Stufen der geraden einnehmende, unter sich dem Stoff und der Dimensionen nach gleich, obwohl die eine dieser Reihen von der andern verschieden ist, so ergiebt sich aus der Ansicht der Knotenlinien und der Bewegungen, die der Sand annimmt, daß alle Stäbe einer und derselben Reihe genau die nämliche Schwingungsart annehmen und mithin den nämlichen Ton geben. Uebrigens müssen nach dem vorigen diejenigen dieser Stäbe, welche in Longitudinalschwingungen gerathen, vermöge der Art ihrer Bewegung, auf ihren beyden Flächen ungleich angeordnete Knotenlinien zeigen, welches auch die Erfahrung sattsam bestätigt.

Dieser Versuch des Herrn Savart zeigt ganz deutlich, daß die Schwingungsbewegung durch die successiven Umwandlungen, welche sie erfährt, in ihrer ursprünglich Periodicität nicht abgeändert wird. Hieraus fließt unmittelbar eine sehr schwierige mechanische Aufgabe; nämlich zu zeigen, wie die Longitudinalschwingungen, welche in frey schwingenden Streifen im Allgemeinen ohne Vergleich geschwinder erfolgen als die transversalen bey gleichen Längen der Streifen, sich doch unter diesen Umständen so modificiren können, daß die secundairen

Erschütterungen, welche sie hervorbringen, die für die transversale Bewegung erforderliche Langsamkeit besitzen, welche durch die Beschaffenheit des entstehenden Tons beurkundet wird, und wie umgekehrt die transversalen Schwingungen sich so modificiren können, daß sie durch ihren Stoß die, den Longitudinalschwingungen zukommende Schnelligkeit wieder erzeugen? Das einzige Mittel scheint die Ansicht der Knotenlinien zu seyn, wodurch man wenigstens diese Schwierigkeit einsehen, obgleich nicht die mechanische Beschaffenheit dieser Erscheinung gehörig erörtern kann. Savart fand nämlich bey Anstellung dieser Beobachtung, daß Knoten auf den longitudinal schwingenden Stäben des Systems weiter auseinander rucken, auf den transversal schwingenden dagegen näher zusammentreten; so daß die Longitudinalbewegung der erstern mit einer solchen übereinkommt, die freyen Stäben von einer weit größern Länge angehören würde, während die transversale Bewegung der andern von der Art ist, wie sie weit kürzern freyen Stäben zukäme; woraus eine Compensation hervorgeht, welche den Isochronismus dieser beyden Schwingungsarten, und mithin das Uebereinstimmen ihrer Töne bestehen läßt. Ueberhaupt gilt in dieser Hinsicht der von Savart nachgewiesene Satz, daß, wenn ein elastischer Streifen von Holz, Glas oder Metall an einen festen Körper von so bedeutender Masse befestigt ist, daß er den, letzterm zugehörigen, Ton nicht merklich zu modificiren vermag, er eine solche Disposition annimmt, bey welcher er Schwingungen ausüben kann, die mit dem, für den Ton erforderlichen, isochronisch sind; und ist ihm, z. B. eine solche Stellung gegeben, daß er longitudinale Schwingungen machen muß; wenn der Körper, mit welchem er in Verbindung steht, transversale vollbringt, so zeigen die, auf seinen beyden Flächen sich bildenden, Knotenlinien genau die Gestalt und Abstände, die sie an einem Stabe von gleicher Breite und aus demselben Stoffe haben würden, dessen Länge so beschaffen wäre, daß er frey schwingend

selbst den gehörten Ton hervorgebracht haben würde. Dieser, so wie mehre andere ähnliche Versuche liessen Savart den Schluss ziehen, daß überhaupt, wenn ein System unwandelbar mit einander verbundener Körper in eine schwingende Bewegung kommt, welche einen anhaltenden und vernehmbaren Ton zur Folge hat, alle Theile dieses Systems gleichzeitige Bewegungen annehmen, welche vollkommen die nämliche Periode halten, und mithin auch vollkommen gleiche Töne hervorbringen. Hieraus läßt sich sehr wol erklären, wie unter gewissen Umständen die Bewegung schwingender Körper durch Verbindung neuer Massen an dieselben, mannichmal verzögert, ein anderes Mal beschleunigt, und dadurch ihr Ton erniedrigt und erhöhet werden kann. Der erste Fall findet Statt, wenn der verbundene Körper vom schwingenden blos wie eine träge Masse mit fortbewegt wird; der andere, wenn er auch für sein Theil in Schwingung geräth, und dadurch auf den Körper, der ihn zuerst angeregt hatte, zurückwirkt.

Auf eben so scharfsinnige und entscheidende Art hat Savart die Fortpflanzungsart auch in ihren Wirkungen auf elastische Membranen, wie Papier- oder Pergamentblätter, welche über kreisförmige hölzerne Kasten ausgespannt werden, verfolgt. Versetzt man eine feste Scheibe in einiger Entfernung von einer solchen, horizontal gehaltenen, und mit feinem und trocknem Sande bestreueten, Membran in Schwingung, so theilt sich diese der letztern sogleich mit; allein die Richtung und Art von deren Bewegung ändern sich hiebey ab je nach der Lage, die man der mittheilenden Scheibe gegen ihre Oberfläche giebt auch wenn der Ton, den man dabey erhält, sich gleich bleibt; wie dies deutlich aus der Bewegung des Sandes und der veränderten Gestalt der Lage der sich auf der Membran bildenden Knotenlinien erhellt. Gesetzt z. B. die mittheilende Scheibe werde durch den Bogen transversal erschüttert und vertikal, mithin senkrecht auf die Oberfläche der

Membran gehalten; so geräth diese in rein tangentiale Schwingungen, deren Richtung immer senkrecht auf die mittheilende Scheibe, mithin parallel mit der Bewegung des die Theilchen zur Schwingung anregenden Bogens ist; und dreht man die mittheilende Scheibe nach verschiedenen Punkten des Horizontes, indem man sie immer vertikal hält, so erfolgt eine entsprechende Drehung in der Richtung der Bewegungen der Membran; und eben so dreht sich auch die Klangfigur, obwol ihre Gestalt an sich die nämliche bleibt, wenigstens wenn der Ton sich nicht ändert. So wie man aber die mittheilende Scheibe etwas gegen die Oberfläche der Membran neigt, ändert sich auch die Schwingungsart derselben ab, und wird endlich ganz normal auf ihrer Oberfläche, so bald die mittheilende Scheibe ihr parallel geworden ist. Ein jedes, in der Nähe der Membran gebrachte Hinderniß, z. B. ein geneigtes Blatt Papier, reicht hin, eine Veränderung in der Klangfigur zu erzeugen, indem es den freyen Lauf der Luftwellen modificirt. Aus diesen Erscheinungen geht klar hervor, daß die Luft, indem sie die Membran in Schwingung versetzt, ihr dieselbe nach der nämlichen Richtung ertheilt, nach der ihr die eigene Bewegung eingepflanzt wurde, und welcher ihre Wellen folgen; so daß auch hier die Mittheilung der Bewegung ganz auf dieselbe Art, als zwischen festen Körpern Statt hat.

Anstatt durch feste Scheiben die Schwingungsbewegungen den Membranen mitzutheilen, braucht man diese auch nur neben die freye Mündung einer, an beyden Enden offenen, Orgelpfeife zu stellen. Die, in der Luft um diese Mündung entstehenden, Wellenbewegungen bringen in der, so gestellten Membran eine sehr kräftige tangentiale Schwingung hervor: und die Klangfigur dreht sich auf der Membran je nach den verschiedenen Stellungen, welcher man dieser um die Pfeife giebt.

M. s. Annales de chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XII. p. 225. sqq. Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot, a. d. Franz. übers. von Fechner. B. II. S. 53 ff. Leipz. 1824. 8.

Turmalin (Zus. z. S. 160. B. V.). Herr Hauy führt an, daß bey einem gewissen Grad der Hitze der Turmalin kein Zeichen der Elektricität mehr giebt, beym Abkühlen aber wieder elektrisch wird; wenn alsdann seine Temperatur bis zum Eispunkte herabgeht, so verschwindet aufs Neue seine Elektricität, bey Anwendung eines größern Kältegrades aber kommt sie wieder mit entgegengesetzten Eigenschaften zum Vorschein, indem das Ende des Turmalins, welches zuvor negative Elektricität zeigte, nun positive Elektricität zu erkennen giebt. Auch am Galmey beobachtete Hauy diese polarische Umkehrung der Kälte.

Herr Brewster nahm wahr, daß der Turmalin seine Eigenschaft auch noch im gepulverten Zustande beybehalte. Er pulverte nämlich ein Stück eines großen undurchsichtigen Turmalins in einem stählernen Mörser, bis sich dasselbe in den feinsten Staub verwandelt hatte. Hierauf brachte er das Pulver auf eine Glasplatte, von welcher es bey Neigung derselben gleich andern harten Pulvern herabglitt, ohne daß ein Zeichen der Cohäsion mit dem Glase oder den Theilchen unter sich wahrzunehmen war. Würde aber das Glas zur gehörigen Temperatur erwärmt, so hing das Pulver an dem Glase, und, wenn man darin herumrührte mit irgend einer trocknen Substanz, so häufte es sich in Masse und hing fest an dem Körper, womit es gerührt wurde. Diese Neigung, zusammenhangende Massen zu bilden, verminderte sich mit der Wärme, und bey der gewöhnlichen atmosphärischen Temperatur trat wieder der ursprüngliche Mangel der Cohäsion ein.

Brewster erweiterte diesen seinen Versuch, indem er mehre Krystalle vom Scolecit und Mesolit durch Erhitzung ihres Krystallwassers beraubte, und dadurch

in ein weißes Pulver verwandelte. Die Erscheinungen blieben dieselben, wie beym Turmalinpulver.

(Zus. z. S. 166. Th. V.). Der Herr Ober-Berg-Commissair Gruner [α]) in Hannover hat den gröhländischen Turmalin einer genauen Analyse unterworfen, und in 100 Gran davon folgende Bestandtheile gefunden:

Kieselerde	41	Gran
Thonerde	32	—
Magnesia	3	—
Eisenoxyd	5	—
Manganoxydul	1	—
Boraxsäure	9	—
Lithon	5	—
	96	— also Verlust 4 Gran.

Dieser Verlust rührt, bemerkt Herr Gruner, von der Scheidungsmethode wahrscheinlich her, weil er sich zur Aufschließung des Minerals des kohlensauren Baryts bedient habe, wodurch zwar die Bestimmung des Gehalts an Alkali erleichtert, aber auch die Trennung der übrigen Bestandtheile verwickelter wurde.

U.

Ulmin (N. A.). Klaproth erhielt im Jahre 1802 eine Substanz, welche aus einer alten Ulme in der Gegend von Palermo ausgeschwitzt war, und die er untersuchte. Sie schien mehre Eigenschaften mit dem Gummi gemein zu haben; in andern Eigenschaften war sie aber davon verschieden. Im Jahre 1810 wurde Berzelius auf diesen Stoff, welchen er in der Fichtenrinde und Fieberrinde antraf, aufmerksam, und nach der Zeit stellten vorzüglich Smitson [β]) und Tho. Thomson [γ]) Versuche darüber an. Letzterer führte ihn als

[α]) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXV. S. 323 u. f.
[β]) Philosoph. Transactions 1813. p. 64.
[γ]) Annals of Philosophy. Vol. I. p. 23. Vol. II. p. 11. 314 und 395.

einen eigenthümlichen Pflanzenstoff, unter dem Namen Ulmin auf.

Nach den Untersuchungen des Herrn Berzelius scheint das Ulmin ein Bestandtheil der Rinden fast aller Bäume zu seyn. Wenn die Rinde zuerst in Alkohol und nachher im Wasser digerirt wird, so erhält man das Ulmin fast rein, sobald man die so verbreitete Rinde mit heißem Wasser behandelt, welches etwas kohlensaures Kali aufgelößt enthält.

Die Eigenschaften des Ulmins sind folgende:

1. In den äußern Merkmalen hat es viele Aehnlichkeit mit dem Gummi. Die Substanz ist fest, hart, von schwarzer Farbe, und hat beträchtlichen Glanz. Das Pulver davon ist braun, löset sich leicht im Munde auf und giebt keinen Geschmack.

2. In einer geringen Menge Wassers löset es sich schnell auf, die Auflösung ist durchsichtig, von schwärzlichbrauner Farbe und nicht im geringsten schleimig oder klebrig, selbst wenn sie durchs Abdampfen sehr concentrirt wird; eben so wenig giebt sie einen zähen Teig. In dieser Rücksicht weicht das Ulmin wesentlich von dem Gummi ab.

3. In Alkohol und Aether ist es völlig unauflöslich. Wird in die wässerige Auflösung Alkohol zugeschüttet, so fällt der größere Theil des Ulmins in hellbraunen Flocken nieder. Der übrige Theil wird durchs Abdampfen erhalten.

4. Werden einige Tropfen Salpetersäure der wässerigen Auflösung zugesetzt, so wird sie gallertartig, verliert ihre schwarzbraune Farbe, und es fällt eine hellbraune Substanz nieder. Wird die ganze Auflösung langsam bis zur Trockniß abgedampft, und das rückständige röthliche Pulver mit Alkohol behandelt, so erhält letzterer eine goldgelbe Farbe, und läßt nach gehöriger Abrauchung eine hellbraune bittere und scharfe harzige Substanz zurück. Ganz dieselbe Wirkung, als die Salpetersäure, bringt das Chlor hervor. Es scheint daher, daß das Ulmin durch Zusatz von etwas Sauerstoff in

eine harzige Substanz verwandelt werde. In diesem neuen Zustande ist es im Wasser unauflöslich. Dieser Umstand, daß eine im Wasser auflösliche Substanz so leicht die Harzgestalt annimmt, ist besonders merkwürdig, indem die flüchtigen Oele die einzigen bekannten Substanzen waren, welche die Gestalt der Harze annahmen.

5. Verbrennt man das Ulmin, so giebt es wenig Rauch oder Flamme aus, und läßt eine schwammige, aber feste Kohle zurück, die, wenn sie unter Zutritt der atmosphärischen Luft verbrannt wird, nur etwas kohlensaures Kali giebt.

Herr Doebereiner *) hat das Ulmin aus Gallussäure künstlich dargestellt, und betrachtet dasselbe als erstes Kohlenoxyd — als eine Zusammensetzung aus 12 Gewichtth. Kohlenstoff und 8 Gewichtth. Sauerstoff, verbunden mit 9 Gewichtth. Wasser.

Uranium (Zus. z. S. 180. Th. V.). Herr Buchholz schien durch Behandlung des reinen Uranoxyds mit geglühetem Kohlenpulver den gelungendsten Reductionsversuch unternommen zu haben; die Masse, welche vorher 3 Stunden lang dem heftigsten Gebläsefeuer ausgesetzt war, zeigte nach dem Erkalten unter dem Vergrößerungsglase eine Menge von feinen, schwach metallisch glänzenden Nadeln.

Gewöhnlich nimmt man nach dem Grade des Zusammenhanges der Theile zwey Arten von Uranoxyde an, wovon das eine eine schwärzliche, das andere eine gelbliche Farbe besitzt. Allein nach neuern Untersuchungen scheint diese Annahme zweifelhaft geworden zu seyn. Durch Behandlung mit Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure scheinen mehre Oxydationsstuffen des Uraniums hervorzugehen.

Weder das Jod noch die jod-wasserstoffsauren Salze bewirken in den Uranauflösungen den geringsten Niederschlag; aber eisenblausaures Kali bringt in allen Auflö-

---

*) Beyträge zur physischen Chemie. Heft I. 1824.

sungen dieses Metalls, wenn sie auch beträchtlich sauer sind; einen schönen röthlichbraunen Niederschlag hervor.

Dies Uranoxyd ist in verdünnter mäßig erwärmter Schwefelsäure auflöslich und giebt citronenfarbene prismatische Krystalle. In Salzsäure ist es nur unvollkommen auflöslich und giebt gelblicht-grüne rhomboedrische Täfelchen. Die Phosphorsäure löset das Oxyd auf, aber nachher fällt das phosphorsaure Salz in Gestalt von blaßgelben Flocken nieder.

Mit verglasbaren Substanzen verbindet sich das Uranoxyd, und ertheilt denselben eine braune oder grüne Farbe. Bey dem Porzellan bewirkt es, mit dem gewöhnlichen Fluß angewendet, eine orangengelbe Farbe.

M. s. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: Uranit.

V.

Ventilator (Zus. z. S. 732. Th. VI.). Der Herr D. Fri. Wuttig *) hat einen wichtigen Beytrag zur Vervollkommnung der Luftreinigungskunst gethan. Er bemerkt zuförderst, daß unter den bekannten Mitteln, die Luft auf Schiffen, in Bergwerken, Hospitälern u. s. f. mechanisch zu reinigen, die Anwendung des Feuers unstreitig den Vorzug verdiene; indessen erforderten die verschiedenen, zeither theils vorgeschlagenen, theils in Ausübung gebrachten Methoden einer beträchtlicheren Verbesserung.

Es hatten ihm die Erfahrungen, welche er an mehren Orten in Hinsicht der Reinigung der Luft zu sammeln Gelegenheit hatte, hinreichend gelehrt,

1. daß alle bis jetzt bekannte Feuermaschinen als Luftreiniger, nach Maßgabe der damit verbundenen Verhältnisse, zu wenig Wirksamkeit besitzen.

*) Gehlen's Journal für die Chemie u. Phys. B. VIII. S. 211 f.

2. Daß der Gebrauch mancher in verschiedenen Rücksichten gefahrvoll — vorzüglich in Betreff ihrer Anwendung auf Kriegsschiffen. —

3. Daß der Mechanismus von einigen zu leicht durch geringe Unvorsichtigkeit verletzt werden kann.

4. Daß einige beschwerlich zu dirigiren sind.

5. Daß manche zu vielen Raum einnehmen, und

6. daß einige zu viel kosten.

Er schlägt daher eine andere von ihm durch Wirksamkeit geprüfte Feuermaschine vor, welche alle angeführte Inconvenienzen nicht besitzt. Die Hauptstücke derselben sind folgende:

1. Die Luftkugel (Fig. 31.) A, welche im Halbmesser 10 Zoll, mithin am Inhalte gegen 5380 Kubikzolle hat.

2. Die Düse oder Blaseröhre B, welche 6 Fuß Länge besitzt, deren obere Oeffnung 3 Zoll, und da, wo sie mit der Luftkugel verbunden, 4½ Zoll im Durchmesser hat.

3. Die Saugröhren CC, deren Durchmesser von ihrer Verbindung mit der Luftkugel an 2½ Zoll, und sich nach Proportion ihrer Länge, nach unten bis zu 8 ja 10 Zoll erweitert. Ihre Länge richtet sich nach der Tiefe des Raums, aus welchem die Luft gesogen werden soll.

Der Ofen D, der die Luftkugel, und einen Theil der Saugröhren so umschließt, daß Feuerraum und Rost a zehn Zoll Abstand von ersterer haben; b ist die Thür vor dem Feuerraum; c das Aschenloch; d ein Luftloch; e der Abzug, der in den Schornstein geht.

Die Luftkugel und die durch den Feuerraum und Aschenfall gehenden 20 Zoll langen Stücke der Saugröhren werden am besten vom starken Kupferblech gemacht, und mit einem Thonkitt beschlagen. Außer diesen obersten Theilen der letztern, werden solche, wie beym Gebrauch auf Schiffen gewöhnlich, vom starken Leder gemacht, und mit Draht umwunden, und vermittelst

Schrauben an die, von der Kugel ausgehenden, kupfernen Stücke befestiget. Der Ofen wird von Eisenblech verfertiget, und seine Wände mit Nägeln versehen, so daß er mit einem Kitt von Lehm und Blut dauerhaft ausgekittet werden kann.

Der Gebrauch dieser Maschine besteht darin, daß in den Ofen Feuerung gebracht und dadurch die Luftkugel von außen erhitzt wird. Sobald dieselbe erwärmt ist, fängt sogleich die Düse zu blasen an, und die Erfahrungen mit dieser Maschine gaben unmittelbar folgende Sätze:

1. Die Wirkung dieser Maschine ist desto größer, je größer die Differenz der Temperaturen der in der Kugel eingeschlossenen und der äußeren umgebenden Luft, und folglich je größer die Differenz der Dichtigkeiten beyder ist; daher die Qualitäts- und Quantitäts-Verschiedenheit der Brennmaterialien keine andere, als eine Gradverschiedenheit des Zugs begründen kann, nach Maasgabe des hervorzubringenden Hitzgrades.

2. Die Wirkung ist, bey übrigens gleichen Umständen, um so stärker, je mehr sich die Richtung des Ganzen dem Parallelism seines Höhenperpendikels nähert; mithin muß im entgegengesetzten Falle die Wirkung im umgekehrten Verhältnisse der Größe der Winkel und im geraden ihrer Anzahl abnehmen; worauf ein Fehler fast aller bekannten Feuermaschinen gegründet ist.

3. Die Wirkung dauert um so länger fort, nachdem das Feuer verloschen, je kleiner die Differenz der arithmetischen Progression vom Maximum bis zum Minimum des Unterschiedes der Dichtigkeiten der innern und äußern Luft, und folglich je länger die Maschine die Hitze erhalten kann; daher die Anwendung schlechter Wärmeleiter nützlich.

4. Die Wirkung dauert länger fort, wenn sich der Durchmesser der Düse und der Saugröhren von unten nach oben zu verkleinern, als wenn er durchaus gleich ist.

Soll diese Maschine auf Kriegsschiffen gebraucht werden, so wird der Ofen mit der Luftkugel in der Küche,

und zwar entweder abgesondert, oder so angelegt, daß solche zugleich beym Kochen der Speisen mit erhitzt wird. Die Saugröhren werden in die zu reinigenden tiefern Etagen, die Düse aber neben dem Schornsteine der Küche in die Luft geleitet.

Will man die Maschine in Hospitälern gebrauchen, so wird sie in der Mitte der obern Etagen angebracht, und die Saugröhren durch eine zweckmäßige Vertheilung in die Zimmer der untern Etagen geführt, so daß in allen letztern die Luft zugleich erneuert werden kann.

Auch hat Herr Wuttig ein leichtes Mittel angegeben, mit Hülfe der Schwefelsäure eine zum Athmen untauglich gewordene Luft chemisch zu verbessern, und sie wieder athembar zu machen. Man soll nämlich vier Theile Schwefel mit einem Theile Salpeter im gepulverten Zustande vermischen; alsdenn dieses Pulver auf einem Ziegelsteine oder einer Platte von Gußeisen zu einer Schicht von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll stark verbreiten, und hiernächst ringsherum anbrennen, so daß das Pulver pyramidal brenne. Es verbindet sich nämlich hier bey der Verbrennung der Schwefel mit dem Sauer- und Stickstoffe, welche durch den Salpeter in fester Gestalt dargeboten werden und den Zweck erfüllen.

Verbrennen (Zus. zu S. 230. Th. V.). Der Act des Verbrennens ist ein Gegenstand, der nicht allein in wissenschaftlicher Hinsicht, sondern auch in allen Verhältnissen des bürgerlichen Lebens von der größten Wichtigkeit ist. Die Vorstellungen, welche man sich von jeher hievon gemacht hat, sind in den allmähligen wissenschaftlichen Entwickelungsperioden der Menschheit beständig unbefriedigend und unvollkommen gewesen, ob man sie gleich mit den dabey vorgehenden Thatsachen in eine nähere Verbindung und Uebereinstimmung zu bringen versucht hat. Sichtbare Lüken waren beständig unverkennbar. Selbst die Vorstellungsart, welche man sich nach der neuern Theorie der Chemie, die von Lavoisier ausgieng, gemacht hat, ließ noch sehr viel Unbefriedigendes,

wie der Artikel selbst im 5ten Theile angibt, zurück. So sicher auch die meisten Physiker und Chemiker in ihrer Meinung seyn mochten, daß der Sauerstoff bey allen Prozessen des Verbrennens nothwendig erfordert werde, so konnte doch die Thatsache nicht abgeläugnet werden, daß viele brennbare Körper ganz ohne die geringste Anwesenheit von Sauerstoff verbrennen, mithin Licht und Wärme zugleich entwickeln. Durch die großen Fortschritte in der Chemie, wozu besonders die Volta'sche Säule das meiste beytrug, fand man bald, daß die Theorie des Herrn Lavoisier über das Verbrennen der verbrennlichen Körper unzureichend sey. Man fieng vorzüglich an, darauf aufmerksam zu werden, daß Kohle, welche im Sauerstoffgas brennt, und dies in Kohlensäuregas verwandelt, sein Volumen nicht verändert, und daß gleichwohl die Temperatur bis zur stärksten Feuerentwickelung erhöhet wird, obgleich das Sauerstoffgas keine Veränderung seines Volumens erleidet, und dabey die Kohle aus dem festen Zustande in den gasförmigen übergeht. Bey dieser Erscheinung kann offenbar keine Verdichtung Statt finden, welcher die Entwickelung des zur Entstehung des Feuers erforderlichen Wärmestoffes zugeschrieben werden könnte; es tritt vielmehr hier der entgegengesetzte Fall ein, daß nämlich der brennbare feste Körper die Kohle, die gasförmige Gestalt annimmt. Man war daher der Meinung, daß die specifische Wärme des Kohlensäuregases geringer sey, als die eigenthümliche Wärme des Sauerstoffgases und der Kohle, vor ihrer Vereinigung zusammengenommen, und daß aus diesem Unterschiede die beym Verbrennen sich ergebende hohe Temperatur erzeugt werde. Allein in den neuern Zeiten hat man die eigenthümliche Wärme der Gasarten näher kennen gelernt, indem nach Delaroche's und Brerard's genau angestellten Versuchen die Wärme des Sauerstoffgases = 0,9765, und die des Kohlensäuregases = 1,2583 ist. Hieraus ist klar, daß das Kohlensäuregas, indem es eine größere specifische Wärme, als das Sauerstoffgas besitzt, Wärmestoff ver-

schluckt haben muß, um sich auf seiner eigenthümlichen hohen Temperatur zu erhalten, und daß mithin der Unterschied zwischen der specifischen Wärme des Kohlenstoffes und des Kohlensäuregases sehr groß gewesen seyn müßte, um eine Erhöhung der Temperatur bis zum Glühefeuer hervorzubringen. Allein die specifische Wärme der Kohle (mit einem gleichen Gewichte Wasser, als Einheit, verglichen) ist = 0,26; die des Kohlensäuregases (mit gleichem Gewichte Kohle verglichen) = 0,221, und die Wärme des Sauerstoffgases, ebenfalls mit einem gleichen Gewichte Kohle verglichen, = 0,236.

Nimmt man nun an, daß die Kohlensäure in runder Zahl aus 27 Theilen Kohlenstoff und 73 Theilen Sauerstoff gebildet wird, und daß bey der Vereinigung beyder Stoffe keine Veränderung der Temperatur vor sich gehe, so würde die eigenthümliche Wärme der Verbindung 0,242 betragen. Die Erfahrung gibt aber 0,221, ein Unterschied, welcher wahrscheinlich von der Unvollkommenheit der Versuche über die Entdeckung der specifischen Wärme herrühren, und in keinem Fall als hinreichend angesehen werden kann, die ungeheure Wärmeentwickelung beym Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas zu erklären.

Noch weit auffallender zeigt sich dies Gesagte beym Verbrennen des Wasserstoffgases, dessen Resultate völlig außer Zweifel gesetzt sind. Nimmt man an, daß die specifische Wärme des Wassers in flüssiger Gestalt = 1,000 angenommen wird, so enthalten 100 Theile Wasser 100,000 Theile specifische Wärme. Die specifische Wärme des Sauerstoffgas mit einem gleichen Gewicht Wassers verglichen, ist = 0,2361, und die specifische Wärme des Wasserstoffgases ebenfalls mit einem gleichen Gewicht Wassers verglichen, = 3,2936. Wenn nun in 100 Theilen Wasser 11,75 Theile Wasserstoff und 88,25 Theile Sauerstoff vereinigt sind, und mithin die erstern 38,69, die andern aber 20,83 Wärme enthalten müßten; so ist klar, daß die specifische Wärme eines Gemi-

sches von Wasser- und Sauerstoffgas, aus welchem 100 Theile Wasser entstehen, 20,83 + 38,69 = 59,52 betragen müssen. Ist die Vereinigung erfolgt, so entsteht gasförmiges Wasser, welches durch ein heftiges Feuer zu einem vielfach größerm Volumen ausgedehnt wird, als das Gemisch der gasförmigen Grundstoffe vorher einnahm. Es beträgt aber die specifische Wärme dieses Wassers, wenn es erkaltet und flüssig geworden ist, 100, d. h. 40,48 mehr, als die seiner beyden Grundstoffe in gasförmigem Zustande. Daher entsteht nun die Frage, woher kommt die erstaunliche Menge Wärmestoff, welche sich beym Verbrennen des Wasserstoffgases bildet? Von einer Veränderung der specifischen Wärme kann sie nicht herrühren, weil dadurch ein hoher Grad von Kälte hervorgebracht werden mußte; eben so wenig kann man sie von der Entwickelung desjenigen Wärmestoffs ableiten, welcher dem Sauer- und Wasserstoffe die Gasgestalt gab, weil das Wasser, im Augenblicke seiner Bildung einen Dampf bildet, der einen weit größern Raum einnimmt, als seine gasförmigen Elemente vorher einnahmen, und weil die nachherige Verdichtung desselben bloß eine Folge der Abkühlung durch seine Umgebungen ist.

Sind daher die Resultate der neuern Versuche über die specifische Wärme der Gasarten, worauf sich diese Berechnungen gründen, richtig; so sind auch alle bisher gegebene Erklärungen über die Entstehung des Feuers unrichtig und durchaus nicht genügend.

Ueberhaupt wurden in den neuern Zeiten noch weit mehrere Erscheinungen, bey welchen sich Feuer entwickelt, wahrgenommen, die nach der bisherigen Erklärung über das Verbrennen der Körper gar nicht Statt finden konnten. Sobald nur, wie bekannt, die chemischen Kräfte, welche entweder Trennung oder Zusammensetzung bewirken, in sehr kräftige Thätigkeit gerathen, treten die Erscheinungen des Verbrennens oder des Glühens mit einer Veränderung der Eigenschaften hervor. Dieser wegen hat die Unterscheidung der Substanzen in wesentliche

Mittel zur Verbrennung und in brennbare Körper gar keinen Werth. Vielmehr kann eine Substanz oft beyde Eigenschaften besitzen, und zu einer Zeit das Mittel zur Verbrennung und zu einer andern der brennbare Körper seyn. In beyden Fällen aber hängen Licht und Wärme von einerley Ursachen ab, und zeigen blos die Kraft und Schnelligkeit an, wodurch gegenseitige Einwirkungen angedeutet werden.

So ist z. B. Schwefelwasserstoff mit Sauerstoff und Chlor ein brennbarer Körper, mit Kalium aber ein Mittel zur Verbrennung. Denn Schwefel verhält sich gegen Chlor und Sauerstoff brennbar, mit Metallen vertritt er aber die Stelle eines Mittels zur Verbrennung, indem Glühen und gegenseitige Sättigung erfolget. Auf gleiche Art vereiniget sich Kalium so mächtig mit Arsenik und Tellur, daß es die Erscheinungen des Verbrennens hervorbringt. Letztere lassen sich nicht durch Austreibung gebundener Wärme in Folge der Verdichtung des Volumens erklären. Das Protoxyd des Chlors ist eine Substanz ohne alle brennbare Bestandtheile, und im Augenblicke der Zersetzung wird dennoch Licht und Wärme mit heftiger Explosion entwickelt, und sein Volumen vergrößert sich um 0,2. Stickstoffchlor und Stickstoffjod, als Zusammensetzungen, welche ebenfalls ohne alle brennbare Substanzen sind, werden mit fürchterlicher Kraft der Entzündung nach der gewöhnlichen Meinung in ihre Elemente zerlegt, und erstere vergrößert ihre Volumen um mehr als 600 Mal. Der Voraussetzung der gebundenen Wärme zu Folge mußte, statt Licht und Wärme, eine außerordentliche Kälte mit einer solchen Ausdehnung verbunden seyn. Behandelt man die chlorsauren und salpetersauren Salze auf gleiche Art mit Kohle, Schwefel, Phosphor oder Metallen, so verpuffen oder explodiren sie, während das Volumen der sich verbindenden Substanzen sich beträchtlich vergrößert. Dasselbe findet Statt bey den Verbindungen des Stickstoffs mit Gold und Silber. Ja schon die Verbrennung des Schießpulvers,

als einer längst bekannten Erscheinung, hätte der Annahme von Lavoisier's Hypothese der Verbrennung entgegenstehen müssen.

Schon Kunkel hatte die Beobachtung gemacht, daß Metalle, welche mit Schwefel zusammengeschmolzen werden, im Augenblicke der Vereinigung Feuer erzeugen, was er mit dem Brennen des Salpeters verglich. Er zog daraus den Schluß, daß der Schwefel etwas Salperartiges enthalten müsse. Dieser von Kunkel angestellte Versuch wurde erst von den Holländischen Physikern wieder erneuert, so wie im Artikel selbst S. 228. angeführet ist. Man erklärte aber diesen Umstand auf eine ganz andere Art. Allein die weitern Erfahrungen lehrten bald, daß die Metalle unter derselben Feuererscheinung, womit sie sich oxydiren, auch mit dem Schwefel sich verbinden, und daß diese Feuererscheinung dieselbe bleibt, man mag die erhitzten Metalle mit dem Schwefel in flüssiger oder Gasgestalt in Berührung bringen, und es ist dabey gleichviel, ob die gasförmige Gestalt durch Wärme oder durch Verbindung mit Wasserstoff hervorgebracht ist. Selbst das dabey entstehende Verbrennen ist in seiner Folge dem Verbrennen durch Oxydation völlig gleich; der Unterschied von beyden liegt einzig und allein nur darin, daß dabey die Metalle mit einem andern Körper, als mit dem Oxygen, sich vereinigen. Ueberdem hat die Erfahrung hinreichend gelehret, daß auch bey der Vereinigung zweyer Metalle Feuer entstehen könne, und daß überhaupt bey allen chemischen Vereinigungen mehr oder weniger Wärme sich entwickelt, sobald sie unter solchen Umständen vor sich gehn, daß die Temperaturerhöhung bemerklich wird, und daß bey gegenseitiger Sättigung starker Verwandtschaften sogar oft Feuer entsteht, da im Gegentheil bey schwächern nur eine geringe Temperaturerhöhung sich zeigt.

Aus allen diesen angeführten Thatsachen ergiebt sich ohne allen Zweifel

1. daß die Verbrennung nicht nothwendig von der Wirksamkeit des Oxygens abhängt,

2. daß die Wärmeentwickelung nicht blos einem Gase zugeschrieben werden kann, welches bey seiner Verbrennung oder Festwerdung den gleichsam latent gewesenen Wärmestoff hergiebt, und

3. daß keine besondere Substanz oder Form des Stoffes nothwendig ist, um diese Wirkung hervorzubringen, sondern daß sie vielmehr durch ein ganz anderes Agens hervorgebracht wird.

Es muß folglich die vormalige anthiphlogistische Erklärung des Verbrennens dahin modificiret werden, daß

1. das Verbrennen, wenn man darunter eine Vereinigung der Körper unter Erscheinung von Licht und Wärme versteht, nicht allein der Vereinigung mit Oxygen eigenthümlich ist, sondern unter günstigen Umständen, bey gegenseitiger Vereinigung der meisten Körper Statt finden kann.

2. Daß Licht und Wärme, welche sich dabey entwickeln, weder von einer Veränderung in der Dichtigkeit der Körper noch von einer Verminderung der eigenthümlichen Wärme des neu gebildeten Produktes herrühren, indem dieses Produkt oft eine gleich große, oder auch wohl eine noch größere specifische Wärme, als die vereinigten Bestandtheile zusammen genommen, besitzt.

Es entsteht nun aber die sehr wichtige Frage, auf welche Art soll der Act des Verbrennens erklärt werden? Schon lange hatte man einen Zusammenhang des Feuers mit Elektricität geahnet. Im Jahre 1766 hatte Wilke bereits geäußert, daß man über die Verwandtschaft und Verbindung, zwischen dem Feuer und der Elektricität, welche die neueste Physik zu finden anfange, mit der Zeit Aufklärung erwarten könne. Allein nach der Zeit hat man bey Darstellung der Umstände, welche Licht und Wärme hervorbringen, die Erscheinung des Feuers beym elektrischen Schlage ganz außer Acht gelassen, bis end-

lich nach der Entdeckung der Volta'schen Säule die galvanische Elektricität mit der Theorie der Chemie mehr in Verbindung gebracht wurde. So behauptete Ritter, daß Chemie und Galvanismus völlig eins sey. Nach der Zeit haben mehrere Physiker und Chemiker, als Hum. Davy, Edw. Davy, Oerstedt, Berzelius und andere den großen Einfluß der Elektricität auf die chemischen Verwandtschaften mit dem glücklichsten Erfolge zu zeigen gesucht, wovon unter dem folgenden Artikel: Verwandtschaft, ausführlicher gehandelt werden soll. Berzelius bemerket besonders, daß der elektrische Schlag alle brennbare Körper entzündet, die Metalle erhitzt, schmelzt und verflüchtigt; daß die fortdauernde Entladung der elektrischen Säule das Wasser unter passenden Umständen bis zum Kochen erhitzt, Körper, durch welche die Ausladung geschiehet, ins Glühen versetzt, und eine Kohle, welche im luftleeren Raume durch Einwirkung der elektrischen Säule glühend wird, in Beziehung auf die Erscheinung des Feuers ganz in denselben Zustand sich befindet, wie eine Kohle, welche durch Oxydation ins Glühen kommt. Der Unterschied liege nicht in dem Zustande des Glühens, sondern in der Art und Weise, wodurch dieser Zustand erreget werde. Bey ähnlichen Erscheinungen seyen wir aber stets berechtiget, auf ähnliche innere Ursachen zu schließen. Da nun alle andere Erklärungen von der Entstehung des Feuers unrichtig wären, so bliebe noch zu untersuchen übrig, ob nicht die Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten, eben so wohl bey den chemischen Verbindungen, als bey den elektrischen Ausladungen, die Ursache des Feuers seyn könne.

Berzelius entdeckte, als er mit der Untersuchung der Verbindungen des Antimoniums im Jahre 1811 beschäftiget war, zufällig, daß mehre antimonsaure Metalle, sobald sie erhitzt wurden, eine sehr lebhafte Feuererscheinung hervorbrachten, welche einen Augenblick dauerte; alsdann sank die Temperatur wieder zu derjenigen der umgebenden brennbaren Körper herab. Er stellte zahl-

reiche Versuche an, um die Natur dieser Erscheinung auszumitteln, und brachte so viel heraus, daß das Gewicht des Salzes nicht verändert werde, und daß diese Erscheinung ohne Anwesenheit des Sauerstoffs Statt finde. Vor der Erscheinung dieses Entglühens waren die Salze sehr leicht zu zersetzen, aber nachher wurden sie weder von Säuren, noch von alkalischen Laugen angegriffen: ein offenbarer Beweis, daß ihre Bestandtheile jetzt durch eine stärkere Verwandtschaft zusammengehalten, oder daß sie inniger verbunden wurden. Seit dieser Zeit hat Berzelius diese Erscheinungen bey vielen andern Körpern, z. B. beym grünen Chromoxyd, bey den Oxyden des Tantals und des Rhodiums wahrgenommen.

Ed. Davy fand, daß, wenn eine neutrale Platinauflösung mit Wasserstoffschwefelkali gefüllt, und der Niederschlag in einer sauerstofflosen Luft getrocknet werde, man eine schwarze Zusammensetzung erhalte, welche, ohne Zutritt der Luft, erhitzt, Schwefel mit etwas Schwefelwasserstoff entbindet, während zugleich eine ähnliche Verbrennung, wie bey der Bildung der Schwefelmetalle, Statt findet, und gewöhnliches Schwefelplatin rückständig bleibt. Wenn man das Rhodiumoxyd erhitzt, welches aus dem salzsauren Rhodium und Natrium gewonnen wird, so geht zuerst Wasser über, und erhöhet man die Temperatur, so tritt Verbrennung ein. Es wird plötzlich Sauerstoffgas entbunden, und ein Suboxyd des Rhodiums bleibt rückständig. Auch beobachtete **D. Wollaston** zuerst, daß der Gadolinit, kieselsaure Yttererde eine ähnliche Feuererscheinung darbiete. Die Varietät dieses Fossils mit glasigem Bruche läßt diese Eigenschaft besser wahrnehmen, als die splitterige Varietät. Es wird der Gadolinit vor dem Lothrohre erhitzt, so daß das Stück gleichmäßig heiß wird. Nachdem es rothglühend geworden, fängt es Feuer. Die Farbe wird grünlichgrau und seine Auflöslichkeit in Säuren ist nun verschwunden. Zwey kleine Stücken Gadolinit, von welchen das eine bis zum Rothglühen erhitzt worden war,

wurden in Königswasser gebracht. Ersteres lösete sich binnen wenigen Stunden auf, und letzteres war von dem Auflösungsmittel nach zwey Monaten noch nicht im Geringsten angegriffen.

Ein ähnliches Erglühen bemerkte H. Davy bey Erhitzung des Zirconerden-Hydrats.

Aus allen diesen Wahrnehmungen glaubte Berzelius mit faktischer Zuverlässigkeit annehmen zu dürfen, daß Körper, welche sich vereinigen wollen, entgegengesetzte freye Elektricität äußern, und daß letztere in dem Verhältnisse wächst, wie die Körper sich derjenigen Temperatur nähern, bey welcher ihre Vereinigung vor sich geht, bis endlich im Augenblicke der Vereinigung selbst die Elektricitäten mit einer solchen Temperaturerhöhung verschwinden, daß in sehr vielen Fällen Feuer dabey zum Vorschein kommt. Auf der andern Seite ist es aber auch eben so faktisch gewiß, daß vereinigte Körper, welche in passender Form der Einwirkung der Elektricität durch Entladung der elektrischen Säule ausgesetzt werden, sich von einander lostrennen, und mit ihren frühern chemischen und elektrischen Eigenschaften wieder hervortreten, während die auf sie einwirkenden Elektricitäten sich neutralisiren und verschwinden.

Nach Berzelius ist daher die wahrscheinliche Erklärung des Verbrennens und des dabey entstehenden Feuers diese: **daß bey jeder chemischen Vereinigung eine Neutralisation entgegengesetzter Elektricitäten vor sich geht, und daß bey dieser Neutralisirung das Feuer ganz auf dieselbe Art entstehet, wie es bey Entladung der elektrischen Flasche, der elektrischen Säule und der Gewitterwolke hervorgebracht wird,** nur daß letztere von keiner chemischen Vereinigung begleitet wird.

Hiebey findet sich nur noch eine Schwierigkeit, welche durch keine analoge Erscheinung bey der gewöhnlichen Elektricität sich aufklären läßt. Die Körper nämlich, welche durch die Wirkung einer elektrisch-chemischen Ent-

ladung und unter Erzeugung vom Feuer sich vereiniget haben, halten in dieser Vereinigung mit einer Kraft zusammen, welche allen mechanischen Kräften überlegen ist. Die gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen belehren uns zwar über die gegenseitige Einwirkung der Körper in größerer oder geringerer Entfernung, über ihre Anziehung vor der Vereinigung und über das bey derselben entstehende Feuer; allein sie geben uns keinen Aufschluß darüber, warum die Verbindung der Körper, nach Aufhebung des elektrischen Gegensatzes, mit so großer Kraft fortdauert.

Diese von Berzelius aufgestellte Ansicht über das Verbrennen hat eine genaue Verbindung mit der neuern elektro-chemischen Theorie, wovon ausführlich in dem folgenden Artikel: Verwandtschaft, geredet werden soll.

Nach dieser Erklärungsart des Herrn Berzelius über das Verbrennen gehören daher der Sauerstoff, welcher bey so vielen Verbrennungen eine so wichtige Rolle spielt, und die so genannten brennbaren Körper zu entgegengesetzten elektrischen Polen.

Ueber die merkwürdigen Versuche, welche so wohl von H. Davy als von v. Grotthus über das Verbrennen der verschiedenen Gasarten sind angestellt worden, s. m. den Artikel: Flamme. B. IX.

Wenn der gewöhnliche elektrische oder der galvanische Funke in verdünnter Luft beobachtet wird, so ist sein Licht, so wie seine Hitze bedeutend vermindert. Indessen wurde in einem Recipienten, welcher eine 60 Mal dünnere Luft als die atmosphärische Luft enthielt, ein Stück Platindraht, welches H. Davy in die Mitte des mit dem großen Volta'schen Apparate der Royal-Institution bewirkten, Lichtbogens gelegt hatte, weißglühend. Daß diese interessante Erscheinung nicht von der Leitungsfähigkeit des Platins herrührt, wurde daran deutlich erkannt, daß ein Glashaar, mit welchem der Versuch wiederholt wurde, an derselben Stelle augenblicklich schmolz. Es ergiebt sich hieraus, daß elektrische Hitze und Licht in

Atmosphären erscheinen können, in welchen die Flamme brennbarer Körper gar nicht mehr entstehen und fortdauern können. Es ist dieser Umstand auch schon dieserwegen merkwürdig, weil er vielleicht zu Erklärungen mancher leuchtender Erscheinungen in der Atmosphäre unserer Erde angewendet werden kann.

Aus allen diesen läßt sich nach Ure's Urtheil folgender Satz als wirklicher Grundsatz aufstellen: **daß die Verbrennung nicht die große Erscheinung der chemischen Natur ist, sondern nur ein zufälliges und ungefähres Accessorium der chemischen Verbindung oder Zersetzung; sie rühre von den innern Bewegungen der Körpertheilchen her, welche sich zu einer neuen chemischen Constitution zu ordnen strebten.**

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 355. Gehlen's neues Journal der Chemie u. f. B. IV. S. 278. f. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 172. f. Oerstedt's Ansicht der chemischen Naturgesetze Berlin 1812. 8. Berzelius über die Theorie der chemischen Proportionen. S. 60 u. f. Klaproth's Supplemente zum chemischen Wörterbuche, Artikel: Verbrennen. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: Verbrennen.

Verwandtschaft (Zus. z. S. 256. Th. V.). Berthollet schien in seinen vortrefflichen Untersuchungen die Lehre der Verwandtschaft auf weit richtigere Ansichten gebracht zu haben, als alle seine Vorgänger, und ohne Zweifel liegt nach meiner Meinung in selbigen das Wahre, daß alle chemische Verbindungen ganz allein von der gegenseitigen Einwirkung der den Materien inhärirenden Kräften, welche in Berührung kommen; und von andern äußern einwirkenden Umständen abhangen. Berthollet behauptete nur, daß diese Kräfte blos von der einzigen Grundkraft oder der allgemeinen anziehenden Kraft, welche sich wie die Masse verhält, abstammten. Allein dieser Voraussetzung waren alle Erfahrun-

gen bey solchen Substanzen, welche sich in der Berührung oft mit so großer Heftigkeit untereinander verbinden, ganz entgegen. Neuere nach Berthollet aufgefundene Thatsachen zeigten auch gar bald, daß ganz andere Kräfte bey den chemischen Verwandtschaften ins Spiel kommen, oder daß vielleicht die den Materien eigenthümlichen Grundkräfte, nämlich die zurückstoßende und anziehende durch andere einwirkende Ursachen verschiedene Modificationen erhalten.

Volta's elektrische Säule gab besonders die Gelegenheit, die chemischen Verbindungen auf eine ganz andere Art zu betrachten, als es vorher geschehen war. Die beyden Herrn Hisinger und Berzelius [α]) hatten im Jahre 1803 die sehr wichtige Beobachtung gemacht, daß bey Entladung einer Volta'schen Säule durch eine leitende Flüssigkeit die Bestandtheile der letztern sich von einander trennen, der Sauerstoff und die Säuren vom negativen Pol zu dem positiven, die brennbaren Körper und Salzbasen aber vom positiven zum negativen Pol getrieben werden, so daß die in der von den Polen der elektrischen Säule berührten Flüssigkeit vereinigten Körper durch Einwirkung der Elektricität in ihre Bestandtheile zerlegt, und diese in ungebundenem Zustande zu den entgegengesetzten Polen fortgestoßen werden. Diese Erscheinungen wurden als Wirkungen einer chemischen Anziehung erklärt, welche zwischen dem Sauerstoff, den Säuren und dem positiven Pole; zwischen dem Wasserstoff, den Alkalien, Erden, Metallen und dem negativen Pole Statt finde.

Davy [β]) verfolgte diese Ideen weiter; bestätigte theils die von Hisinger und Berzelius aufgestellten Ansichten, theils erweiterte er dieselben. Alle Körper, bemerkt er, welche sich chemisch mit einander verbinden,

---

α) Afhandl. i Fysik, Kemi och Mineral. Bd. 1. S. 1. und Gehlen's neues allgemeines Journal der Chemie B. I. S. 116 ff.

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 172 ff.

und deren elektrische Kräfte bekannt sind, geben in ihrer Berührung unter einander entgegengesetzte elektrische Zustände. Beweise davon sind Kupfer und Zink, Gold und Quecksilber, Schwefel und die Metalle, Säuren und Alkalien. Ueberhaupt ist nach Davy der Zusammenhang der Elektricität der sich vereinigenden Körper mit ihrer Verwandtschaft wohl nicht zu bezweifeln.

Nimmt man zwey Substanzen an, wovon die Theile der einen mit den der andern in einem entgegengesetzten elektrischen Zustande sich befinden, und setzt voraus, daß diese Zustände so kräftig sind, daß sie die Verbindung ihrer Theile unter sich aufheben; so wird nothwendig eine neue Verbindung entstehen müssen, welche mehr oder weniger innig ist, je nachdem die Kräfte in ein mehr oder geringer vollkommenes Gleichgewicht kommen, und die Veränderung ihrer Eigenschaften wird diesen Kräfteäußerungen vollkommen entsprechen. Hieraus würde der einfachste Fall der chemischen Vereinigung entstehen.

Es sind aber verschiedene Substanzen, welche gegen eine dritte gleiche elektrische Kraft äußern, in dem Grade dieser Kraft verschieden. So zeigen die verschiedenen Säuren gegen einerley Metall eine verschiedene negative, und die Alkalien gegen dasselbe Metall eine verschiedene positive elektrische Kraft. Schwefelsäure z. B. hat eine größere elektrische Kraft zum Bley als Salzsäure, und eine Kalilauge wirkt kräftiger mit Zinn, als eine Natronlauge. Ja es können diese Substanzen in gegenseitiger Beziehung selbst in demselben Zustande seyn, mithin einander zurückstoßen, oder sie können neutral seyn, oder auch sich anziehen, indem sie sich in entgegengesetzten elektrischen Zuständen befinden. Wenn zwey Körper, die sich gegenseitig abstoßen, auf einen dritten Körper mit verschiedenen Graden von einerley elektrischer Kraft anziehend wirken, so wird die Verbindung durch den Grad der Kraft bewirkt, und die mit der schwächsten Energie versehene Substanz wird zurückgestoßen werden. Dieses Princip giebt nach Davy die Ursache

der Wahlverwandtschaften und der Zersetzungen, die dadurch bewirkt werden, an.

Wenn dagegen Substanzen, welche verschiedene Grade derselben elektrischen Kraft in Beziehung auf eine dritte Substanz äußern, ja auch unter einander entgegengesetzte Elektricität besitzen, mithin anziehend auf einander wirken, so kann ein Gleichgewicht anziehender und abstoßender elektrischer Kräfte Statt finden, welches fähig ist, eine dreyfache Verbindung hervorzubringen. Bey weiterer Ausdehnung dieser Ideen lassen sich nach Davy alle noch zusammengesetzteren chemische Verbindungen erklären.

Aus diesen Ansichten, welche sich auf wirkliche Thatsachen gründeten, entstand die neue Lehre der elektrochemischen Theorie, nach welcher alle chemischen Prozesse beurtheilt und erklärt werden. Schon Ritter und Winterl hatten sich mit einer elektro-chemischen Theorie beschäftigt, und beyde suchten die Gleichheit der chemischen und elektrischen Kräfte zu beweisen. Unter allen damaligen Physikern, welche diese Theorie vertheidigten, war Oerstedt einer der stärksten Vertheidiger derselben. Er leitete aus seinem Systeme als Folgerungen ab, daß die chemischen Verwandtschaften, die Wärme, das Licht, der Magnetismus, als elektrische Wirkungen zu betrachten seyen. In wie fern aus diesen seinen Vorstellungen der Elektro-Magnetismus hervorgegangen ist, sehe man den Artikel **Elektro-Magnetismus**.

In den neuesten Zeiten hat aber vorzüglich Berzelius diesem elektro-chemischen Systeme wichtige Thatsachen hinzugefügt, und aus mehren Thatsachen geschlossen, daß das, was wir Vereinigungs-Verwandtschaft oder chemische Affinität nennen, in einer nothwendigen und unveränderlichen Beziehung mit den elektrisch-chemischen Erscheinungen steht. Aus den Erfahrungen über das gegenseitige elektrische Verhalten der Körper sind wir belehrt worden, daß letztere sich in zwey Classen eintheilen lassen, nämlich in elektropositive und elektro-

negative. Die einfachen Körper, welche zu der ersten Classe gehören, und ihre Oxyde, nehmen beständig positive Elektricität an, wenn sie mit einfachen Körpern der zweyten Classe, oder mit ihren Oxyden in Berührung kommen, und die Oxyde der ersten Classe verhalten sich zu den Oxyden der zweyten stets wie Salzbasen zu Säuren.

Der elektronegativste aller Körper ist nach Berzelius der Sauerstoff; weil derselbe sich niemals gegen irgend einen andern Körper positiv verhält, und es nach allen bisher bekannten chemischen Erscheinungen wahrscheinlich ist, daß kein Element unsers Erdkörpers in höherem Grade elektro-negativ seyn könne, als der Sauerstoff; so legt er demselben absolute Negativität bey. Auch ist der Sauerstoff in dem elektro-chemischen Systeme der einzige Körper, dessen elektro-negatives Verhalten beständig unveränderlich bleibt. Alle übrigen sind in der Maaße veränderlich, daß sie gegen den einen Körper negativ, gegen den andern aber positiv sich verhalten können, so wie sich z. B. Schwefel und Arsenik gegen den Sauerstoff positiv, gegen die Metalle aber negativ verhalten. Die Radikale der feuerbeständigen Alkalien und alkalischen Erdarten hingegen sind die elektro-positivsten aller Körper, weichen aber dem Grade nach nur wenig von einander ab; denn am positiven Ende der elektrischen Reihe zeigt sich kein einziger Körper so bestimmt elektro-positiv, als der Sauerstoff elektro-negativ ist.

Berzelius theilt folgende Tabelle mit, in welcher die einfachen Körper nach ihren eigenen oder nach ihrer Oxyde allgemeinen elektro-chemischen Eigenschaften auf einander folgen dürften. Sie fängt mit demjenigen Körper an, welcher mit der größten Stärke nach dem positiven Pole hingezogen wird, oder der am stärksten negativ elektrisch ist, und endigt mit dem Körper, der am stärksten von dem negativen Pole angezogen wird, welcher folglich die stärkste positive Elektricität hat. Die Stärke der negativen Elektricität nimmt ab, so wie man in der Tabelle fortgeht, und verschwindet endlich in der Mitte

derselben gänzlich; alsdann fängt die positive Elektricität sich zu äußern an, welches anfänglich nur schwach ist; so wie man aber in der Reihe fortgeht, so wird sie stärker, und endigt sich mit dem stärksten Grade der positiven Elektricität.

1. Sauerstoff
2. Schwefel
3. Stickstoff
4. Radikal der Salzsäure
5. Radikal der Flußsäure
6. Phosphor
7. Selenium
8. Arsenik
9. Molybdän
10. Chrom
11. Wolfram
12. Boron
13. Kohle
14. Antimon
15. Tellur
16. Tantal
17. Titan
18. Silicium
19. Osmium
20. Wasserstoff
21. Gold
22. Iridium
23. Rhodium
24. Platin
25. Palladium
26. Quecksilber
27. Silber
28. Kupfer
29. Nickel
30. Kobalt
31. Wismuth
32. Zinn
33. Zirconium
34. Bley
35. Cerium
36. Uranium
37. Eisen
38. Cadmium
39. Zink
40. Mangan
41. Aluminium
42. Yttrium
43. Berillium
44. Magnesium
45. Calcium
46. Strontium
47. Barytium
48. Natrium
49. Kalium

Daß diese ungefähre Reihe der Körper in Ansehung ihrer elektro-chemischen Eigenschaften zugleich die Ordnung ihrer Verwandtschaften gegen einander ausdrucke, ist der Fall nicht. Schwefel, Kohle und Phosphor sind stark elektro-negative Körper, und gleichwohl reduciren sie mehre von den stärker elektro-positiven Körpern. Außerdem bleibt sich die Verwandtschaft eines Körpers zum Sauerstoff nicht immer gleich, sondern ist nach der Temperatur veränderlich; so reducirt Kalium bey einem gewissen Wärmegrade das Kohlenoxydgas, wird aber bey

einer andern Temperatur durch Kohlenstoff reducirt; Quecksilber oxydirt sich bey der Temperatur seines Siedpunktes, hat aber in einer weit höhern Temperatur keine Verwandtschaft zum Sauerstoff, u. s. f. Auch werden bey den Versuchen Körper oft durch zusammengesetzte Verwandtschaften oxydirt und reducirt, so daß sich ihre relativen Verwandtschaften zum Sauerstoff nicht darnach beurtheilen lassen. Ungeachtet dieser anscheinenden Widersprüche sind doch alle diese angeführten Fälle nach Berzelius keinesweges dem elektrischen Systeme entgegen, wie weiter unten erklärt werden soll.

Schon lange vorher, ehe noch an eine Verbindung der Elektricität mit den brennbaren Körpern gedacht wurde, hatte man ihre Oxyde in Säuren und Grundlagen oder Basen eingetheilt; die ersteren bilden die elektro-negative, und die andern die elektro-positive Classe, jedoch mit abwechselnden Verhalten, so daß oft eine schwache Säure einer stärkern zur Basis dient; und eine schwache Basis gegen eine stärkere nicht selten die Stelle der Säure vertritt. Auch die aus einer Säure und einer Basis zusammengesetzten Salze äußern elektrische Gegenwirkungen auf einander, welche sich auf zweyerley Art darstellen können; entweder zertheilend, wenn ihre Grundstoffe sich in andern Verhältnissen wieder mit einander vereinigen, oder vereinigend, wenn zwey Salze sich mit einander zu einem Doppelsalze verbinden, wobey dann das eine Salz elektro-negativ, das andere elektro-positiv einwirkt. Die zertheilende Art beruht auf der specifischen elektrischen Reaction der einzelnen Elemente, welche nach einer vollkommenern Neutralisation streben; die vereinigende dagegen gründet sich auf die elektrische Reaction des zusammengesetzten Theilchens im Ganzen, was sich, unter völliger Beybehaltung seiner Zusammensetzung, vollkommener zu neutralisiren sucht.

Noch eine dritte Art elektro-chemischer Körper liefert ein Theil der zusammengesetzten Körper, welche bey den einfachen mangelt, nämlich die indifferenten, welche

keine elektrische Gegenwirkung mehr äußern und sich nicht mit andern Körpern vereinigen. Indessen giebt es im strengsten Sinne des Worts keine absolute elektro-chemische Indifferenz, und selbst jene Körper besitzen sie nur in einem gewissen Grade. Sie kann von doppelter Art seyn; 1. Die erste Art findet Statt, wenn so viele Körper sich mit einander vereinigen, daß daraus eine vollkommene Neutralisation entsteht, und kein Körper weiter in die Vereinigung aufgenommen werden kann. In diesem Falle hört alle elektrische Reaction gegen diejenigen Körper auf, welche mit dem zusammengesetzten Körper, ohne vorhergegangene Zerlegung, sich zu vereinigen streben sollten. Allein gleichwohl behalten ihre einzelnen Grundstoffe ihre specifische Reaction gegen diejenigen Körper bey, welche sie aus ihrer Vereinigung zu trennen streben. So z. B. kann krystallisirter Allaun mit keinem andern Körper sich vereinigen, aber durch sehr viele zerlegt werden. 2. Die andere Art der Indifferenz ist noch weit merkwürdiger. Verschiedene zusammengesetzte Körper besitzen die besondere Eigenschaft, daß aus ihnen, wenn sie einer gewissen höhern Temperatur ausgesetzt werden, plötzlich Feuer ausbricht, gerade so, als wenn eine chemische Vereinigung in ihnen vorginge, ohne daß ihr Gewicht, wenigstens in den meisten Fällen, vermehrt oder vermindert wird. Gleichwohl geht dabey sowohl mit ihren Eigenschaften, als auch sehr oft mit ihrer Farbe, eine Veränderung vor; auf dem nassen Wege äußern sie keine Verwandtschaft mehr; gehen mit den Körpern, zu welchen sie vorher eine große Verwandtschaft hatten, keine Verbindung mehr ein, und widerstehen mit gleicher Kraft der Einwirkung solcher Körper, durch welche sie vorher leicht zerlegt wurden. Von dieser elektro-chemischen Indifferenz werden sie nicht eher wieder befreyet, als bis sie in höherer Temperatur der Einwirkung von Körpern mit starken chemischen Verwandtschaften ausgesetzt, d. h. bis sie mit feuerbeständigen Alkalien oder dergleichen Säuren erhitzt werden, mit welchen sie sich dann auf dem trocknen Wege

vereinigen, und wobey sie in ihren frühern elektro-chemischen Zustand zurücktreten. Von dieser Art sind z. B. die Zirkonerde, das Chromoxyd u. m. a. Nach Berzelius dürfte die wahrscheinlichste Ursache hievon darin liegen, daß die Grundstoffe dieser Körper sich nach zwey verschiedenen Graden der Innigkeit vereinigen können, wovon der schwächere bey nicht hoher Temperatur auf dem nassen Wege, der stärkere aber bey hohen Hitzgraden auf dem trockenen Wege Statt findet, wenn sie nicht etwa nebenbey gleichzeitig der Einwirkung anderer Körper ausgesetzt werden.

Inzwischen sind die Grade der elektro-chemischen Indifferenz, auf welche sich die zusammengesetzten Körper bringen lassen, sehr verschieden, und es werden daher auch zur Zerstörung derselben elektro-chemische Reagentien von verschiedener Stärke erfordert.

Nach den bisher angeführten Thatsachen geht Berzelius zur Beantwortung folgender Fragen über: Auf welche Art ist die Elektricität in den Körpern vorhanden? Worauf beruht der elektro-positive und elektronegative Zustand eines Körpers? Wie dies möglicher Weise Statt finden könne, sucht er auf folgende Art begreiflich zu machen:

Es ist bekannt, daß kein Körper elektrisch wird, wenn sich nicht die beyden Elektricitäten entweder in verschiedenen Theilen des Körpers selbst, oder doch in seinem Wirkungskreise offenbaren. Zeigen sich die getrennten Elektricitäten an einem Körper, welcher ein zusammenhangendes Ganzes bildet, so trifft man sie jederzeit in zwey entgegengesetzten Punkten des Körpers concentrirt, und der Körper besitzt in diesem elektrischen Zustande ganz dieselbe Polarität, wie ein magnetischer Körper. Das schönste Beyspiel hievon giebt der Turmalin. Diese Polarität muß aber in jedem noch so kleinem Theilchen des Körpers Statt finden, und daraus folgt Berzelius, daß ohne Corpuscular-Theorie keine Vorstellung von der elektrischen Polarität der Körper mög-

lich sey. Setzten wir aber voraus, daß die Körper aus Atomen bestünden, so könnten wir uns auch vorstellen, daß jedes dieser Atome eine elektrische Polarität besitze, von welcher die elektro-chemischen Erscheinungen ihrer Zusammenhäufungen herrührten, und auf deren ungleicher Intensität die Verschiedenheit der Kraft beruhe, womit sie ihre Verwandtschaften ausübten.

Die allgemeine elektrische Polarität der kleinsten Theilchen reiche jedoch nicht allein hin, das Phänomen der specifischen Elektricität jedes einzelnen Körpers zu erklären, durch welche manche Körper als elektro-positiv, andere als elektro-negativ erschienen. Wahrscheinlich gründe sich diese Erscheinung auf die von Ermann zuerst beobachtete so genannte Unipolarität. Stellten wir uns vor, daß bey elektrischer Polarität der kleinsten Körpertheilchen die Elektricität des einen Pols in einem gewissen Punkte entweder überwiegend, oder doch mehr concentrirt, als die Elektricität des andern Pols sey; wenn wir uns ferner den Fall gedächten, daß bey den kleinsten Theilchen eines Körpers eine ähnliche specifische Unipolarität Statt finde, kraft deren bey manchen der positive, bey andern der negative Pol vorherrsche; so hätten wir eine ziemlich deutliche Vorstellung davon, wie die Elektricität den Körpern beywohnen könne, und worin ihre elektro-chemischen Eigenschaften bestünden. Ein elektro-positiver sey hienach derjenige, bey welchem der positive Pol vorherrsche, ein elektro-negativer der, bey welchem der negative Pol die Oberhand habe.

Aber selbst diese specifische Unipolarität erkläre noch nicht alle Erscheinungen vollständig; wir fänden nicht selten zwey elektro-negative Körper, z. B. Sauerstoff und Schwefel, sich mit viel größerer Innigkeit vereinigen, als z. B. Sauerstoff und Kupfer, ohnerachtet letzteres elektro-positiv sey. Der Grad der Verwandtschaft könne daher nicht blos von ihrer specifischen Unipolarität abhangen, sondern er müsse seinen Grund hauptsächlich in der Intensität ihrer Polarität im Allgemeinen haben.

Einige Körper müßten einer innigeren Polarisation fähig seyn, als andere, und daher auch eine stärkere Neigung besitzen, die in ihren Polen vertheilte Elektricität zu neutralisiren, d. h. sie müßten mit stärkern Verwandtschaftsgraden als andere Körper versehen seyn, so daß die Affinität eigentlich in der Intensität der Polarisation bestehe. Daher vereinige sich der Sauerstoff eher mit dem Schwefel, als mit dem Bleye; denn wenn auch die beyden erstern Stoffe einerley Unipolarität besäßen, so neutralisire doch der positive Pol des Schwefels eine größere Menge negativer Elektricität in dem vorherrschenden Pole des Sauerstoffs, als der positive Pol des Bleyes zu neutralisiren vermöge.

Der Grad der elektrischen Polarität der Körper scheine keine stetige Größe zu seyn, sondern sey vielmehr von der Temperatur sehr abhängig, durch welche er verstärkt und durch deren Modificationen er mancherley Veränderungen unterworfen werde. Man müsse daher die specifische Polarität der Körper und ihre Polarisationsfähigkeit wohl von einander unterscheiden; denn eine große Anzahl von denjenigen Körpern, welche bey gewöhnlicher Temperatur der atmosphärischen Luft eine ganz geringe Polarität besitzen, nähmen in der Rothglühehitze einen hohen Grad derselben an. Andere dagegen, die eine sehr geringe Polarität besitzen, näherten sich bey niederer Temperatur dem Maximum derselben und manche von ihnen verlören sie bey höhern Wärmegraden gänzlich, wie z. B. das Gold. Hieraus könnten wir es begreiflich finden, wie bey einer niedrigen Temperatur, bey welcher Schwefel und Kohle keine Veränderung erlitten, der Phosphor sich schon oxydiren könne. Ferner werde dadurch begreiflich, wie Körper, die bey höhern Temperaturen sich vereinigten, bey niedrigen Wärmegraden gar keine Einwirkung auf einander zeigten, weil die zur Vereinigung nöthige Intensität der Polarisation erst bey den höhern Wärmegraden eintrete; auch sey daraus die Ursache leicht einzu-

sehen, warum die Verwandtschaften der meisten Körper erst bey höhern Temperaturgraden wirksam würden.

Sey die elektrochemische Neutralisation einmal erfolgt, so müsse sie fortbestehen, bis sie durch andere elektrische Kräfte, die ihr das Gegentheil hielten, wieder aufgehoben werde, wo dann die Theilchen ihre frühere Urpolarität auf dieselbe Weise, wie bey Entladung der elektrischen Säule, wieder annähmen. Warum die elektrische Polarität durch die Temperatur erhöhet werde, sey uns unbekannt; daß dies aber in allen Fällen geschehe, wo wir eine elektrische Polarität mit unsern Werkzeugen wahrnehmen und messen könnten, davon hätten wir positive Beweise. Ueberdies werde zur Vereinigung zwischen polarisirten Theilchen nothwendig erfordert, daß wenigstens die kleinsten Theilchen des einen Körpers beweglich seyen, und den entgegengesetzten Polen des andern Körpers sich mit einer gewissen Leichtigkeit zuwenden könnten. Diese Beweglichkeit finde aber insonderheit bey Flüssigkeiten Statt; daher gehe eine Vereinigung zwischen zwey festen Körpern entweder nie, oder höchst langsam, dann aber weit leichter vor sich, wenn der eine, und am allerleichtesten, wenn beyde Körper in flüssiger Gestalt seyen.

Da jedes polarisirte Theilchen einen, der Intensität seiner Polarisirung angemessenen Wirkungskreis haben müsse; so folge daraus, daß eine Vereinigung nur innerhalb dieses Wirkungskreises Statt finden könne, und daß in dem Falle, wenn die Theilchen in einer zu weiten Entfernung von einander kommen, ihre gegenseitige Einwirkung auf einander in gleichem Verhältnisse sich vermindern müsse. Daher vereinigten sich flüssige Körper leicht und fast unter allen Temperaturen. Gasförmige dagegen bedürften oft der Beyhülfe der Wärme, und wenn sie durch Aufhebung des Luftdrucks verdünnt würden, so daß die Entfernung zwischen ihren kleinsten Theilchen vergrößert werde, verschwinde auch ihre gegenseitige elektrochemische Wirksamkeit. So erfordere z. B. ein stark verdünntes

Gemenge von Sauer- und Wasserstoffgas eine höhere Temperatur zum Entzünden und Verbrennen, weil die Entfernung zwischen den Theilchen des Sauer- und Wasserstoffs den gewöhnlichen Kreis ihrer Wirksamkeit übersteige.

Die elektrochemischen Eigenschaften der oxydirten Körper seyen fast immer ausschließend von der Unipolarität ihrer elektropositiven Elemente unabhängig; ein Oxyd verhalte sich in der Regel gewöhnlich elektronegativ gegen andere Oxyde, wenn sein Radikal zu den Radikalen dieses letztern sich elektronegativ verhälte, und umgekehrt. So z. B. sey Schwefelsäure elektronegativ gegen alle Metalloxyde, weil sich der Schwefel selbst gegen alle Metalle negativ verhalte. Dagegen seyen die Oxyde vom Kalium und Zink positiv gegen alle diejenigen oxydirten Körper, zu deren Radikalen Kalium und Zink sich positiv verhielten.

Diese Thatsache, deren Grund uns verborgen sey, berichtige einen falschen Begriff über das Säuerungsprincip, das in der antiphlogistischen Chemie im Sauerstoff angenommen werde. Es sey nunmehr gefunden, daß dieses Säuerungsprincip in dem Radikale der Säuren liege, und daß der Sauerstoff dabey eine so indifferente Rolle spiele, daß er eben so gut in die stärkern Salzbasen, d. h. in die elektropositiven Oxyde, als in die stärksten Säuren oder elektronegativen Oxyde, eingehe. Gleichwohl geschehe es zuweilen, daß ein elektropositives Oxyd durch höhere Oxydationen weniger positiv werde, und sich mehr dem Elektronegativen nähere, wie z. B. das Zinnoxyd. Allein bey den stärksten Basen, z. B. Kali und Natron, könne zwar ein Zuwachs von Sauerstoff die elektropositive Reaction aufheben, aber keinesweges eine elektronegative hervorbringen; und auf diese Art bildeten sich die Superoxyde der stärkern Salzbasen.

Nach dieser Vorstellung über das Beziehen der Körper zur Elektricität würde folgen, daß alles das, was wir chemische Affinität oder Verwandtschaft nennen,

sammt allen ihren Abänderungen nichts anders ist, als die Wirkung der elektrischen Polarität der kleinsten Körpertheilchen; daß ferner die Elektricität die erste Ursache aller chemischen Wirkungen ist; daß sie die Quelle des Lichtes und der Wärme ist, und als solche, unter veränderter Gestalt, als strahlendes Licht und Wärmestoff, den Weltraum ausfüllt, und endlich, aus noch nicht erforschten Ursachen bald als vertheilte Elektricität bald als Wärme sich darstellt, in dem ersten Falle aber allemal für unsere äußere Sinne in Gestalt von Licht und Wärme verschwindet.

Die angeführten Theorien über den Elektro-Chemismus setzen voraus, daß zwey Körper, welche in eine Verbindung treten wollen, erst in zwey entgegengesetzte elektrische Zustände gerathen; daß diese Zustände bis zum Augenblicke der Vereinigung zunehmen, und daß alsdann Neutralisation der beyden Elektricitäten Statt findet, welche ein Freywerden der Wärme veranlaßt. Becquerel [α]) bemerkt aber, daß sich hienach nicht erkläre, welche Ursache die Theile nach dem Verschwinden ihrer beyderseitigen Elektricitäten noch zusammenhalten könne. Dies sey einer von den Gründen, welche Herrn Ampère in derjenigen Ansicht befestigt hätten, welche er sich schon seit langer Zeit von der Art, wie die Elektricität bey den chemischen Verbindungen wirke, entworfen habe.

Nach der Meinung dieses Physikers, welche er in einem Briefe an Van-Beck [β]) ausgesprochen habe, befänden sich die Theilchen der Körper in einem bleibenden elektrischen Zustande, der von ihrer Natur abhange: ein Sauerstofftheilchen z. B. sey stets im elektronegativen Zustande, zersetze dadurch das umgebende neutrale Fluidum, stoße die negative Elektricität zurück und ziehe die positive an, welche um dasselbe eine Art von Atmosphäre

α) Annales de chimie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XXIII.

β) Journal de physique. 1821.

bilde, die die negative Elektrität des Theilchens gebunden hatte, und es dadurch am freyen Hervortreten ihrer Wirkung nach Außen hindere. Ein Wasserstofftheilchen dagegen, welches beständig positiv sey, sey mit einer Atmosphäre negativer Elektricität umgeben, und eben so befänden sich alle Körper, welche sich zur Säure neigten, im Fall des Sauerstoffs, alle, welche sich zur Alkalität neigten, im Fall des Wasserstoffs. Diesem Princip nun zu Folge, wenn zwey Metalle mit einander in Berührung kommen, werde, da das elektrische Fluidum, welche die Theilchen jedes Metalles umgebe, wegen ihrer verschiedenartigen Beschaffenheit, in verschiedenen Verhältnissen aus positiver und negativer Elektricität zusammengesetzt sey, das Fluidum, welches die Atmosphären der Theilchen des einen Metalls bilde, sich zum Theil mit dem Fluidum, der Atmosphäre des andern Metalls zu verbinden streben, und da diese Atmosphären solchergestalt partiell verschwänden, so würden nun die, den Theilchen eigenthümlichen, Elektricitäten aufhören, gebunden zu seyn, und sofort sich nach Außen wirksam äußern.

Gesetzt nun, das Zink und das Kupfer befänden sich mit den beyden Enden des Drahts eines galvanischen Multiplikators durch einen Körper, dessen elektromotorische Wirkung sich vernachlässigen lasse, in Verbindung, so werde das Kupfer, welches sich gegen das Zink im elektronegativen Zustande befinde, die positive Elektricität des Drahtes anziehen, und die andere abstoßen, welche letztere dagegen die Windungen durchlaufen und vom Zink angezogen wird. Auf diese Art werde das neutrale Fluidum im Drahte zersetzt, und seine Bestandtheile bildeten um die Theilchen des Zinks und Kupfers ähnliche Atmosphären, als die, welche die Theilchen besessen hätten, bevor sie in Verbindung mit einander gebracht worden; daure aber die Berührung fort, so vernichteten sie sich abermals, und bewirkten so, daß ein fortdauernder elektrischer Strom entstehe, welcher vom Zink zum Kupfer sich bewege.

Setze man nun an die Stelle des Kupfers eine saure und an die Stelle des Zinks eine alkalische Substanz. Käme die Säure mit dem Alkali blos so in Berührung, daß keine Verbindung zwischen ihnen Statt finde, so würden die Erfolge noch die vorigen seyn; verbinden sich aber die sauren und alkalischen Theilchen zu einem Neutralsalze, so werden, da die jedem derselben eigenthümliche Elektricität nun schon durch die der andern gebunden wird, die Theilchen des Neutralsalzes keiner elektrischen Atmosphäre mehr bedürfen. Die Theilchen des Alkali's und der Säure lassen daher die sie umgebende Elektricität fahren; ein Theil beyder vereinigt sich in der Auflösung und bringt eine Temperaturerhöhung derselben hervor; wenn aber die Säure und das Alkali mit den beyden Enden des Multiplikatordrahts in Verbindung stehen, so folgt ein Theil auch dem Draht, um in diesem sich zu vereinigen, und dann wird die positive Elektricität der Atmosphären der Säuretheilchen in den Draht auf der Seite übergehen, wo er mit der Säure in Verbindung steht; während die negative Elektricität, welche die Alkalitheilchen umgab, im nämlichen Draht die Richtung vom Alkali zur Säure verfolgt, wodurch ein umgekehrter elektrischer Strom, als der entsteht, welchen man bey der einfachen Berührung beobachtet.

Ferner bemerket Becquerel, daß die elektrischen Erscheinungen im Augenblicke der chemischen Einwirkung zweyer Substanzen keineswegs verschwinden, wie Davy und Berzelius vorausgesetzt haben. Wenn nämlich die chemische Wirkung schwach ist, so läßt sich mittelst eines sehr empfindlichen Condensators Elektricität im Augenblicke der chemischen Verbindung ansammeln, wie z. B. wenn man Eisen oder Zink in Wasser oder sehr verdünnte Schwefelsäure taucht. In diesem Falle zeigt das Metall freye negative, das Wasser freye positive Elektricität; das Platin, das Gold u. s. w. welche nicht durch diese beyden Flüssigkeiten angegriffen werden, nehmen dagegen die positive Elektricität an.

Bey kräftiger chemischer Wirkung aber hielt es schwer, mittelst des Condensators Spuren von Elektricität wahrzunehmen; es schien, als ob die hiebey frey werdende Elektricität keine hinlängliche Spannung besitze, um sich auf dem Condensator anhäufen zu lassen. Hiebey wirft Becquerel die Frage auf: sollte hiebey nicht strömende Elektricität erzeugt werden? Es könnte z. B. beym Act der Verbindung einer Säure mit einem Alkali wol möglich seyn, daß die Säuretheilchen eine Elektricität frey werden ließen, die Alkalitheilchen die andere, und daß beyde sich fast sofort in der Flüssigkeit wieder vereinigten. Zu dergleichen feinen Versuchen gebrauchte Becquerel den elektro-chemischen Multiplikator von Schweigger.

Um sich hiebey vor Trüglichkeit zu sichern, führet Becquerel zuförderst einige Umstände an, wobey Zusammensetzungen der Wirkungen erfolgen können. Die chemischen Wirkungen z. B. veranlassen Temperaturveränderungen, welche an und für sich selbst elektrische Effecte zu Wege bringen. Man muß daher zuvor auf die elektrischen Ströme Acht haben, welche man in einer ganz metallischen Kette in Folge einer Temperaturverschiedenheit beobachtet. Die thermo-elektrischen Wirkungen gaben hievon auffallende Beyspiele. M. s. den Artikel: **Thermo-Magnetismus.**

Da ferner die sauren und alkalischen Auflösungen elektrometrische Wirkungen auf die Metallgefäße äußern, in welchen sie enthalten sind, so wird man auch solche Vorkehrungen treffen müssen, um gegen sie gesichert zu seyn.

Becquerel untersuchte zuerst die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien. Er nahm zwey Schälchen von Porzellan von gleichen Dimensionen, goß in die eine eine alkalische, in die andere eine saure Auflösung, und verband beyde Flüssigkeiten durch eine Platinplatte. Tauchte er nun in jedes Schälchen eines der Enden des Multiplikators, so war kein elektrodynamischer Erfolg

sichtbar, weil die elektrometrischen Wirkungen der Platinplatte durch Eintauchen der beyden Drahtenden vom nämlichen Metall aufgehoben wurden. Legte er jetzt auf die verbindende Platte einen Docht von Amiant, so daß er mit jedem seiner Enden in eine der Flüssigkeiten tauchte; sofort stiegen die Theile beyder Flüssigkeiten vermöge capillarer Wirkung der Amiantfäden in denselben auf; die chemische Wirkung fing sogleich an, und man erhielt einen elektrischen Strom, welcher von der Säure zum Alkali ging. Die Säuretheilchen gaben daher zu diesem Strome die positive und die Alkalitheilchen die negative Elektricität.

Um auszumitteln, was während der Verbindung einer Säure mit einem Metall unabhängig von jeder elektrometrischen Wirkung von Seiten der beym Versuch angewandten Agentien vorgehe, verfuhr Becquerel auf folgende Art: es ward eine Goldplatte umgeben mit einem Streifen Josephpapier zwischen die beyden Schenkel einer Platinzange befestiget, welche an eines der Enden eines galvanischen Multiplikators gefüget worden; das Ganze wurde in ein Porzellanschälchen getaucht, welches mit Salpetersäure gefüllt war, und das andere Ende des Drahtes, welches ebenfalls aus Platin bestand, wurde mit der nämlichen Säure in Verbindung gesetzt. Es war kein elektrischer Erfolg wahrzunehmen, wie man leicht voraussehen konnte, weil theils keine chemische Wirkung Statt fand, theils die elektrometrische Wirkung der Säure auf das Gold schwach war, und endlich die Wirkung der nämlichen Säure auf das Platin wegen des damit getränkten Papiers zu beyden Seiten gleich war; setzte man aber einen einzigen Tropfen Salzsäure hinzu, so ward das Gold in demselben Augenblicke angegriffen, und die Magnetnadel gab durch ihre Ablenkung zu erkennen, daß die Säure, wie beym vorigen Versuch, die positive und das Gold die negative Elektricität angenommen hatte. Da die Gegenwart eines einzigen Tropfens Salzsäure zur Hervorbringung dieser

Wirkung hinreichte, so war hiedurch nachgewiesen, daß die chemische Wirkung die einzige Ursache des elektrischen Stroms sey. Hiebey bemerket Becquerel noch, daß die sehr geringe Menge von Salzsäure nur dazu dienen konnte, das Gold anzugreifen; denn das Platin verlangt zu seiner Auflösung eine zweckmäßige Mischung von Salpeter- und Salzsäure. Auch muß das Papier, welches die Platinplatten umgiebt, vollkommen mit der, mit einigen Tropfen Salzsäure versetzten, Salpetersäure getränkt seyn; widrigenfalls man einen, aus der Vermischung beyder Säuren hervorgehenden elektrischen Strom erhalten würde.

Um zu untersuchen, was bey der Wirkung der Salpetersäure auf das Kupfer vorgehe, bediente sich Becquerel der beyden Enden eines Kupferdrahtes, welcher die Windungen eines Multiplikators bildete; eins dieser Enden brachte er zum Glühen, und tauchte es in eine Auflösung von Gummilack in Alkohol. Die leichte Firnißschicht, womit es sich überzog, schützte es vor der Wirkung der Säure, wenn die Berührung nur von kurzer Dauer war, und raubte ihm seine leitende Eigenschaft nicht ganz. Tauchte er jetzt die beyden Enden des Drahtes in concentrirte Salpetersäure, so fand nur auf einer Seite chemische Wirkung Statt, und ein elektrischer Strom war die Folge derselben, welcher den Windungen des Multiplikators in der Richtung vom Metall zur Säure folgte; wobey das mit Firniß überzogene Ende diejenige Elektricität annahm, welche die Säuretheilchen frey werden ließen. Wenn die Säure mit ungefähr der Hälfte ihres Gewichtes Wasser verdünnt war, so nahm der elektrische Strom eine entgegengesetzte Richtung, d. h. dieselbe Richtung, als da die Salpetersäure auf das Gold wirkte an.

Herrn Becquerel war es nun darum zu thun, nachzuweisen, daß die angeführten elektrischen Wirkungen nicht von den Temperaturveränderungen abhingen. Zur Erreichung dieser Absicht befestigte er an eines der En-

den eines Kupferdrahtes einen kupfernen Löffel, brachte ihn in ein mit Eis gefülltes Porzellanschälchen, und goß einmal concentrirte, das anderemal verdünnte Salpetersäure hinein. Tauchte er nun in die Säure das andere mit der Firnißschicht überzogene Drahtende, so wurde in beyden Fällen noch dieselbe Art des Erfolgs als bey den vorigen Versuchen wahrgenommen. Hier mußte nun die während der chemischen Wirkung frey gewordene Wärme zur Schmelzung des Eises verwendet werden; das kupferne Drahtende und der kupferne Löffel besaßen mithin ungefähr ein und dieselbe Temperatur, und der entstandene elektrische Strom ließ sich folglich nicht auf Rechnung einer Temperaturverschiedenheit schreiben, wie man wohl zu thun geneigt seyn möchte. Noch fügte er hinzu, daß, wenn die Temperaturerhöhung Ursache des elektrischen Stromes gewesen wäre, die positive Elektricität nach einem früher gemachten Versuche immer von den angegriffenen Drahtende hätte ausgehen müssen, weil bey der Wirkung der Salpetersäure auf das Kupfer ohne Zweifel die Platte sich rascher erwärmen mußte, als die Säure, indem die Metalle bessere Wärmeleiter, als die Flüssigkeiten, sind. Dieser Erfolg fand aber nur in dem Falle, da die Säure concentrirt war, Statt; so daß es mithin nöthig war zu beweisen, daß die elektrischen Erscheinungen, welche während der chemischen Wirkungen Statt hatten, wirklich vom Spiel der Verwandtschaften herrührten.

Auf dieselbe Art wird beobachtet werden können, was bey der Wirkung irgend anderer Säuren auf beliebige Metalle vor sich geht. Die concentrirte Salpetersäure gab ebenfalls bey ihrer Wirkung auf Zink, Silber u. s. w. negative Elektricität her, positive dagegen, wenn sie mit Wasser verdünnt war. Die Salzsäure zeigte concentrirt, oder mit Wasser verdünnt, ähnliche Wirkungen auf die meisten Metalle. Hieraus ergab sich, daß im Allgemeinen eine Säure während ihrer Wirkung auf ein Metall die negative oder positive Elektricität annimmt,

je nachdem sie concentrirt, oder mit Wasser verdünnt ist. Indessen geschah es zuweilen, wie beym Eisen, daß ein Theil des Oxyds, welches sich während der Wirkung der concentrirten Salpetersäure ergab, an der Oberfläche des Metalls hangen blieb, und eine Zusammensetzung der elektrischen Erscheinungen veranlaßte, vermöge deren der elektrische Strom von der Säure zum Metall ging. Diese Resultate lassen sich, bemerkt Becquerel, weder nach der Theorie von Davy noch nach der von Berzelius erklären; indem nach diesen beyden Chemikern alle elektrische Wirkung im Augenblicke der erfolgenden Verbindung verschwinden müsse. Die Theorie von Ampère dagegen gebe davon Rechenschaft; obwol sie geradezu behaupte, daß die elektrischen Wirkungen, welche bey den chemischen Verbindungen hervortreten, die umgekehrten von denen seyen, welche man bey der Berührung wahrnehme; er habe aber gefunden, daß dies sich nicht immer so verhalte, wie z. B. wenn die concentrirte Salpetersäure auf das Kupfer wirke, so habe doch Ampère eine sinnreiche Erklärung dieser Art Anomalie zu geben vermocht. Er nahm zuerst als Grundsatz an, daß bey der chemischen Wirkung einer Säure auf eine Base oder auf ein Metall die elektrischen Atmosphären der sauren und alkalischen Theilchen sich entweder durch die Flüssigkeit oder durch den Metalldraht, welcher die beyden Körper verbinde, hindurch vereinige. Die ersten ließen positive, die andern negative Elektricität entweichen. Sey aber die Flüssigkeit ein sehr guter Leiter, wie die meisten concentrirten Säuren, so werde es nach Ampère geschehen können, daß die beyden Atmosphären sich schneller vereinigten, als die materiellen Theilchen, welche wegen ihrer Trägheit eine gewisse, obwol nur eine ausnehmend kurze Zeit dazu erforderten. Bey dieser Annahme fänden sich diese Theilchen während einer ganz kurzen Zeit im nämlichen Fall, als wenn keine Verbindung Statt hätte; und da dieser Verbindung Stetigkeit zukomme, so folge, daß die concentrirte Säure negative Elektricität hergeben

müsse. Was dieser Ansicht Wahrscheinlichkeit gebe, sey, daß, wenn die sehr mit Wasser verdünnte Säure viel salpetersaures Kupfer enthalte, die Säure das Streben zur Annahme der positiven Elektricität zeige, welches sich durch die Annahme erkläre, daß die Gegenwart eines Salzes das Leitungsvermögen der Auflösung verstärke; wodurch sie unter dem Fall der concentrirten Salpetersäure trete.

Die Mischung einer concentrirten sauren Auflösung mit einer andern minder concentrirten der nämlichen Beschaffenheit bringe elektrische Effecte hervor, in deren Folge die erste positive, die zweyte negative Elektricität hergebe. Sey die Auflösung alkalinisch, so sey der Erfolg umgekehrt. Demnach verhalte sich von zwey gleichartigen Säuren die concentrirten zu der minder concentrirten wie eine Säure bey ihrer Verbindung mit einem Alkali oder einer Base; während bey der Vereinigung zweyer Alkalien die minder concentrirte Auflösung die Rolle der Säuren spiele.

Von diesen Erscheinungen könne man sich Rechenschaft geben. Wenn man nämlich eine concentrirte saure Auflösung mit einer andern vermische, die mit Wasser verdünnt sey; so erfolge Verbindung der Säure mit dem Wasser: nur spiele letzteres die Rolle eines Alkali gegen die Säure; man müsse mithin die nämlichen elektrischen Erfolge erhalten, welche man bey der Verbindung der Säuren mit den Alkalien beobachte; und dies sey in der That der Fall, indem die concentrirte Säure die positive Elektricität zum Strome hergebe. Bey der Mischung einer concentrirten alkalischen Auflösung mit einer andern minder concentrirten würden dagegen die elektrischen Erfolge sich umgekehrt verhalten müssen, weil hier das Wasser die Rolle der Säure gegen das Alkali spiele.

Als die elektrometrischen Wirkungen der Metalle auf das Wasser von Becquerel untersucht wurden, so ergab sich, daß diejenigen, welche es zersetzten, die negative Elektricität zu erkennen gaben; die dagegen diese Eigen-

schaft nicht besaßen, positiv elektrisch wurden. Hieraus ergab sich also, daß entgegengesetzte Wirkungen der Körper hervorgebracht werden, welche man alle als mehr oder weniger elektroskopisch gegen das Wasser annimmt, und dies bloß vermöge des Unterschiedes, daß die einen ohne chemische Wirkung auf dasselbe sind, während es die andern zersetzen. Da sich also die Erscheinungen der Contactelektricität umgekehrt als diejenigen verhalten, welche Statt haben, wenn die Berührung eine wenig intensive chemische Wirkung zur Folge hat, so stimmt es mit den Versuchen ganz zusammen, daß die Metalle, welche keiner Wasserzersetzung fähig sind, positiv elektrisch werden, während die leicht oxydirbaren negative Elektricität geben.

Die Eigenschaften des Platins und des Goldes können dadurch beträchtlich gesteigert werden, wenn man diese Metalle in Salpetersäure taucht und alsdann wäscht, oder auch, wenn man sie einer höhern Temperatur aussetzt, bevor man sie in Berührung mit Wasser bringt. Die Modificationen, welche hiebey an den Oberflächen dieser Metalle vorgehen, sind ohne Zweifel dieselben, als diejenigen, durch welche die Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs in einem detonirenden Gemenge von Seiten eines neuen Platindrahts bewirkt wird, welcher zuvor geglüht und dann abgekühlt oder einige Augenblicke hindurch in eine Säure getaucht worden ist. Das Platin oxydirt sich zwar nicht merklich in freyer Luft; gleichwol wäre es aber doch möglich, daß eine geringe unmerkliche Oxydation auf seiner Oberfläche dadurch bewirkt werde. In diesem Falle könnte die Salpetersäure sich dadurch wirksam erweisen, daß sie die ausnehmend dünne Oxydschicht auflößte, und die Glühehitze dadurch, daß sie dieselben reducirte. Auch könnte es wol seyn, daß die Säure oder das Feuer nur durch Zerstörung der fremden Körpertheilchen wirksam würden, welche sich gewöhnlich an die Oberfläche aller Körper anhängen. Nach beyden Annahmen würde das Platin durch solche Vorbe-

reitung in den geeignetsten Zustand gebracht werden, um seine elektrischen Effecte auf das Wasser merklich zu äußern.

Aus Thatsachen, welche sich auf die elektro-chemische Theorie gründen, wollte Davy *) die wichtige Entdeckung gemacht haben, das Kufer, welches zum Beschlagen der Schiffe dient, vor der zerfressenden Eigenschaft des Meerwassers zu schützen; es sollte nämlich ein erbsengroßes Stück Zink vollkommen hinreichen, vierzig bis funfzig Zoll Kupfer im Meerwasser vollkommen unversehrt zu erhalten, und dies, an welche Stelle es auch gebracht wird. Nach seiner Theorie liegt der Grund in folgenden: das Kupfer ist ein in der elekro-chemischen Reihe schwach positives Metall, und kann daher auf das Meerwasser nur wirken, insofern es sich in einem positiven Zustande befindet; wenn man es mithin leicht negativ machte, so könnte das Meerwasser keine zerfressende Wirkung darauf mehr äußern. Becquerel macht hiebey noch die Bemerkung, daß die Theorie noch einige nähere Bestimmung erfordere, um sie mit der Erfahrung in Uebereinstimmnug zu bringen. Zuvörderst äußere das Kupfer bey seiner Berührung mit dem Meerwasser keine positive Elektricität; vielmehr werde es nach obigen Erfahrungen negativ; da indessen eine chemische, allerdings nur ausnehmend schwache, Wirkung Statt habe, und hier die elektrischen Effekte die umgekehrten von denen seyn, welche man im Fall bloßer Berührung ohne chemische Wirkung wahrnehme, so folge, daß die Kupfertheilchen sich eigentlich wirklich elektropositiv zu denen des Meerwassers verhielten, und dem Condensator negative Elektricität abgeben müßten, nach Ampère's Theorie, welche elektrische Atmosphären um die Theilchen annehme. Berühre man das Kupfer mit einem elektropositiven Metalle, wie dem Zink, so werde es bekanntlich negativ;

*) Annales de chemie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XXVI. p. 89.

daher befinde es sich alsdann in einem geeigneten Zustande, die Theilchen des Meerwassers zurückzustoßen, welche selbst elektronegativ sind; auch werde so eine chemische Vereinigung unmöglich gemacht. Die von Davy angeführte Entdeckung hat doch dem Erfolge bey der wirklichen Anwendung an Schiffen nicht so entsprochen, wie man wol es gewünscht hätte.

Becquerel sucht nun noch die schwierige Frage aufzuklären: wie können die Theilchen eines Körpers bald die Rolle elektronegativer, bald die elektropositiver Elemente gegen verschiedene Körper spielen? Ampere löse diese Schwierigkeit folgender Maaßen: Wenn man sage, daß ein Theilchen elektropositiv sey, behaupte man damit nicht: daß es nur positive Elektricität enthalte, sondern blos, daß es mehr positive als negative Elektricität besitze; übrigens aber mit neutralen elektrischen Fluidum, gleich allen Körpern, versehen sey. Wenn folglich zwey elektropositive Theilchen in die Wirkungsphäre von einander kämen, so werde das nämliche eintreten können, als bey der Erscheinung, wo die Abstoßung sich in Anziehung verwandele. Das Theilchen, welches weniger positiv sey, werde sich alsdann als ein elektronegatives Element verhalten. Berzelius, welcher annehme, daß die Atome der Körper jedes zwey elektrische Pole besitzen, welche durch die Wärme verstärkt werden könnten, und deren ungleiche Intensität Ursach der verschiedenen Stärke sey, mit welcher sich ihre Verwandtschaften äußerten, erkläre durch diese Ansicht, wie ein Körper in einer Verbindung als elektropositiv, in einer andern als elektronegativ auftreten könne. Allein diese Theorie vermöge keine Rechenschaft von den beobachteten Thatsachen zu geben. Damit sie dies könnte, wäre anzunehmen erforderlich, daß der elektrische Zustand jedes Pols bleibend sey, und daß jedes Atom eines Körpers mit elektrischen Atmosphären umgeben sey, welche durch die Atmosphären der Atome des Körpers, mit dem sich je-

nen verbinde, neutralisirt zu werden vermöchten. Durch eine solche Vereinigung der Berzelius'schen Theorie mit der Ampère'schen lassen sich viele Schwierigkeiten heben. Die elektrische Polarität in den Atomen sey um so annehmbarer, je mehr sie durch die Polarität gerechtfertigt scheine, welche gewisse Mineralsubstanzen durch die Wärme erlangten, und welche in den kleinsten Theilchen dieser Substanzen vorhanden seyn müsse.

Da also nach den neuesten Ansichten die Lehre der Verwandtschaft von der Einwirkung der elektrischen Kräfte der sich verbindenden Substanzen abhängt, so würden wir ohne Zweifel im Besitze eines Maaßes für die Grade der chemischen Anziehungen seyn, wenn es möglich wäre, ein Maas der dabey thätigen elektrischen Kräfte aufzufinden. Berzelius hat bereits, wie oben angeführt worden, die chemische Beschaffenheit der sauren und alkalischen Stoffe nach ihrem elektrischen Zustande zu bestimmen gesucht. Ist nämlich ein Körper beharrlich negativelektrisch, so hat er die Beschaffenheit einer Säure; ist er beharrlich positivelektrisch, so ist er alkalisch. Allein er fand eine Menge Anomalien von diesen Gesetzen, welche er zu erklären nicht im Stande war. Becquerel ging weiter als Berzelius, und versuchte, eine gewisse Beziehung zwischen dem Grade der Stärke festzusetzen, womit zwey Körper sich verbinden und der Quantität oder Art von Elektricität, welche während der chemischen Verbindung frey wird. Als Führer bey diesen Untersuchungen diente ihm folgender Versuch: wenn man nach und nach in die concentrirte Salpetersäure die beyden gleich glänzend gemachten Enden eines Kupferdrahts taucht, so verhält sich das zuerst eingetauchte Ende positiv zum andern, so daß, wenn jedes derselben mit einem der Enden eines Multiplikatordrahts in Verbindung steht, der elektrische Strom in ihm die Richtung vom zuerst eingetauchten Ende nach dem andern zeigt. Becquerel fand aber in der Folge, daß der elektrische Zustand der Säuretheilchen oft von dem Grade der Con-

centrirung dieser Säure abhange, und es war ihm möglich, die scheinbaren Anomalien, welche bey den mancherley angestellten Versuchen Statt fanden, auf eine genügende Art zu erklären. Taucht man nämlich nach und nach in concentrirte Salpetersäure die beyden Enden eines Kupferdrahtes, so läßt jedes dieser Enden eine Quantität positiver Elektricität entweichen, welche ohne Zweifel der Stärke proportional ist, mit welcher die chemische Wirkung erfolgt: das zuerst eingetauchte wird also die meiste zu erkennen geben, es wird sich wirklich als positiver gegen das andere verhalten, welches eine geringere Quantität davon fahren läß: letztere wird sich schnell durch die negative Elektricität neutralisirt finden, welche die Säure während ihrer Wirkung auf das eine und das andere Ende hervorgebracht hat, das zuletzt eingetauchte Ende wird sonach einen Theil der negativen Elektricität der Säure fortpflanzen.

Ferner fand Becquerel, daß, wenn die Salpetersäure mit Wasser verdünnt war, und man nach und nach die beyden Enden eines Kupferdrahtes hineintauchte, das zuerst eingetauchte, sich negativ gegen das andere verhielt. Dies Resultat läßt sich ebenfalls durch die oben angeführten Thatsachen erklären, zu Folge deren das Kupfer, wenn es in mit Wasser verdünnte Salpetersäure getaucht wird, die negative Elektricität annimmt, so daß im Fall der concentrirten, wie der mit Wasser verdünnten, Säure der elektrische Strom sich nach der nämlichen Richtung bildet, als wenn zwischen dem Kupfer und der Säure nur auf der Seite Wirkung Statt fände, auf welcher die chemische Wirkung am stärksten ist.

Geht man nun von dem Princip aus, daß, wenn eine concentrirte Säure ungleich auf beyde Enden eines Metalldrahts wirkt, der dadurch bedingte elektrische Strom vom stärker angegriffenen Ende zum andern geht, und macht davon die Anwendung, um zu bestimmen, welche von zwey Säuren, wie Salzsäure und Salpeter-

säure, ein Metall z. B. das Zink lebhafter angreift: so nehme man zwey Platinschälchen, gieße in das eine Salzsäure, und in das andere Salpetersäure, setze dann die beyden Flüssigkeiten durch eine Platinplatte in Verbindung, um einen ununterbrochenen Umlauf hervorzubringen und die elektromotorischen Wirkungen der beyden Säuren auf die Platingefäße aufzuheben. Nun tauche man zu gleicher Zeit in jedes Schälchen eine vollkommen glatte Zinkplatte, um sie dem Versuche im nämlichen Zustande zu unterwerfen; im Augenblicke des Eintauchens wird man einen elektrischen Strom haben, der von der Salzsäure zur Salpetersäure geht. Es sind folglich die elektrischen Erscheinungen unter diesen Umständen die nämlichen, als bey den Versuchen, wo Becquerel die Salpetersäure ungleich auf die Enden eines Kupferdrahts wirken ließ. Die Salzsäure verhält sich wie diejenige Salpetersäure, welche die stärkere chemische Wirkung äußerte; Becquerel glaubt aus dieser Vergleichung zu der Folge berechtigt zu seyn, daß die concentrirte Salzsäure das Zink stärker angreift, als die ebenfalls concentrirte Salpetersäure.

Eben so fand Becquerel, daß die Salzsäure auch stärker auf das Kupfer, das Eisen und das Zinn wirkt, als die Salpetersäure.

Es frägt aber nun Becquerel, kann wohl die Stärke, mit welcher eine Säure auf eine Base wirkt, zum Maaße ihrer gegenseitigen Verwandtschaft dienen? Nach Becquerel läßt sich diese Frage jetzt noch nicht entscheiden; blos so viel läßt sich einsehen, daß eine sehr genaue Beziehung zwischen diesen beyden Umständen obwalten muß, weil wahrscheinlich die Theilchen einer Substanz sich um so schneller nach denen einer andern hinbegeben müssen, je mehr Verwandtschaft zwischen ihnen Statt findet; so daß sich sonach von den obigen Resultaten einige sichere Bestimmungen über das Maas der Verwandtschaft erwarten lassen.

Die bisher angeführten neuern Thatsachen beweisen, daß bey der sogenannten Affinität der Körper die Elektricität eine vorzügliche Rolle spielt. Ob aber hiebey die Nothwendigkeit der Hypothese, daß nämlich ohne Corpusculartheorie keine chemische Verbindung gedenkbar sey, hervorgehe, scheint noch sehr problematisch zu seyn. Das Entstehen sowohl als auch das Wesen der Elektricität ist noch viel zu wenig bekannt, als daß man nur wahrscheinlich zu schließen berechtigt wäre, daß bey chemischen Vereinigungen die elektrische Polarität als wesentliche Ursache angesehen werden müßte. Vielmehr beweisen unzählige Erfahrungen, daß Stoffe, welche mit einer großen chemischen Energie begabt sind, in der Verbindung mit andern, diesen erst ihre Gestalt oder Form aufdrucken; und hieraus scheint mit Gewißheit hervorzugehn, daß bey jedem gleichartigen Ganzen auf die Mitwirkung aller chemischen Potenzen gesehen werden müsse. Da nun jedes chemische Ganze als ein mittleres Produkt aus allen seinen wesentlichen Bestandtheilen erscheint, so muß man auch die Form des Ganzen und seiner Theile als bedingt durch die Masse der einzelnen formenden Glieder, welche die Mischung bewirken, betrachten; und man wird nicht eher ein richtiges Urtheil über die Bedingungen und das Wesen der Gestalten oder Formen aussprechen können, als bis man die Wirksamkeit jedes der wägbaren und unwägbaren Faktoren, woraus sich das Produkt gebildet, erkannt hat. Weit wahrscheinlicher liegt daher der Grund der Verwandtschaften der in Berührung kommenden, und sich wechselseitig zersetzenden Stoffe in der Einwirkung ihrer wesentlichen Kräfte oder Grundkräfte. Die elektrische Kraft tritt bey der Berührung der verschiedenen Körper in ganz verschiedenen Graden hervor, und es richtet sich diese keinesweges nach der Dichtigkeit derselben. Es läßt sich daher sehr wohl denken, daß durch die Einwirkung aller Kräfte der in eine chemische Verbindung tretender Stoffe ihr inneres Wesen erzeugt wird, ohne die höchst unwahrscheinliche Hypothese annehmen zu dürfen,

daß keine elektrische Polarität anders gedenkbar sey, als bey wirklichen Atomen. Wenn es einmal erwiesen ist, daß keine Materie ohne anziehende und zurückstoßende Kraft gedenkbar ist, so folgt auch ohne weiteres hieraus, daß alle Erscheinungen in der Natur zuletzt auf diesen Grundkräften beruhen müssen, und daß diese die Thätigkeiten bey der Vereinigung der zusammengesetzten Körper sind, welche ihnen ihre Gestalten und Grundformen eindrucken.

M. s. **Klaproth's** Supplemente: Artikel: Verwandtschaft. **Berzelius** über die Theorie der chemischen Proportionen. S. 60 ff. **Davy** über den Zusammenhang zwischen den elektrischen Kräften der Körper und ihren chemischen Verwandtschaften in **Gilbert's** Annalen der Physik. B. XXVIII. S. 172 ff. **Biot's** Lehrbuch der Experimentalphysik. übers. von **Fechner.** B. IV. Leipz. 1725. S. 324 ff.

Vesta (Vesta) (N. A.) ist ein im Jahre 1807 am 29. März vom Herrn D. Olbers in Bremen am nördlichen Flügel der Jungfrau entdeckter neuer Planet, welcher von dem Herrn Ritter D. Gauß in Göttingen diesen Namen erhalten hat. Er erscheint gewöhnlich nur als ein Stern von 7ter Größe, und giebt fast ein eben so funkelndes Licht von sich, wie die Fixsterne. Dieser Planet ist der Sonne näher, als die drey Planeten Ceres, Juno und Pallas; die kleinste Entfernung desselben von der Sonne beträgt 52250, die mittlere 57136 und die größte 62021 Erdhalbmesser. Er hat bald südliche, bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ekliptik in zwey Punkten unter dem Neigungswinkel von 7° 8′ 11″. Auch ist er einer von denjenigen Planeten, welche zu den obersten gehören, und es schließt daher seine Bahn unsere Erdbahn ein. Seinen Umlauf um die Sonne zwischen Mars und Jupiter macht er binnen 3 Jahren und 224 Tagen.

Seine größte Entfernung von der Erde beträgt 81396, und seine kleinste 12705 Erdhalbmesser. Ue-

brigens haben die Astronomen demselben das Zeichen (♅) gegeben.

Vulkane (Zus. z. S. 309. Th. V). Ob es gleich schwerlich je wird ausgemacht werden können, über die Entstehung der Vulkane genügende und in der Natur Statt findende Ursachen anzugeben, und alle dabey vorkommende Erscheinungen zu erklären, so scheinen doch neuere Thatsachen, welche zur Aufhellung dieses wichtigen Gegenstandes beytragen, einer vorzüglichen Beachtung zu verdienen. Ohne Zweifel kommen bey diesem fürchterlichen Schauspiele eine Menge mitwirkender Ursachen zusammen, welche in dem innern Baue der Erde aufzusuchen sind. Eine der ersten Meinungen über den Ursprung der Vulkane war die Entzündung der Stein- und Braunkohlenschichten. Allein Herr Breislak *) führt dagegen an

1. daß man in Betrachtung ziehen müsse, das verbrennliche Stoffe sich nur in den auf das Urgebirge folgenden Formationen fänden, nie aber unter dem Granite, Gneuse u. s. f. Nun sey es aber als gewiß anzusehen, daß der Heerd einiger Vulkane, wo nicht unter, doch in den Urgebirgen zu suchen sey.

2. Seyen auch die Wirkungen, welche durch die Entzündung verbrennlicher Stoffe hervorgebracht würden, und die Art und Weise, wo diese Stoffe brennten, sehr von den Erscheinungen abweichend, welche bey den Vulkanen wahrgenommen würden. Ein Steinkohlenbrand werde nur immer ein Niedergehen der über ihm liegenden Schichten im Fortgange oder am Ende des Brandes veranlassen, aber keine vulkanische Eruptionen zu Stande bringen, wenn nicht etwa viel Schwefel, und noch schneller sich entzündende Stoffe, wie z. B. Kohlenwasserstoffgas mit atmosphärischer Luft, Dünste der Bergnaphtha u. s. f. mit verbrennten.

*) Lehrbuch der Geologie. B. III. Braunschw. 1821. S. 1 ff.

3. Da die Verbrennung der Steinkohlen ruhig fortschreite, und zuletzt ganz aufhöre, wenn der brennbare Stoff aufgezehrt sey, derselbe aber an demselben Orte nicht wieder hervorgebracht werde; so scheine es ganz unmöglich zu seyn, die Ursache der so furchtbaren vulkanischen Explosionen in bloßen Verbrennungen verbrennlicher Substanzen zu suchen, besonders da sie sich bald durch einen langen Zeitraum äußerten, bald gänzlich aufhörten, dann aber wieder mit mehr oder weniger Kraft sich wirksam zeigten.

Alle diese angeführten Gründe streiten auch nach Breislak gegen die Meinung, daß es brennende Schwefelkiese seyen, welche die vulkanischen Erscheinungen veranlassen. Parrot [α]), v. Hoff [β]) und mehre Andere haben zwar die Meinung sehr scharfsinnig zu vertheidigen gesucht, daß die Ursache der Vulkane in der Zersetzung der Schwefelkiese zu suchen sey; allein es steht derselben diese Thatsache entgegen: der schon gebildete Schwefelkies kann ohne Zutritt der Luft nicht zersetzt werden. Lemery's angeführter Versuch kann hiebey nichts erweisen; denn Schwefel und Eisen als Gemenge und als Gemisch betrachtet sind sehr von einander verschieden; gemengtes Eisen mit Schwefel entzündet sich im angefeuchteten Zustande, Gemische aber, wie Schwefelkiese können Jahre lang unverändert im Wasser liegen, und zersetzen sich nur, wenn sie feucht erhalten werden, beym Luftzutritte. Nur große Hitze kann sie schmelzen, kleinere blos rösten, wobey der Magnetkies wenig, der Schwefelkies aber die Hälfte Schwefels verliert, ehe er zu Magnetkies wird und schmelzbar ist. Indessen läßt sich doch unter gewissen Umständen darthun, daß bey vulkanischen Eruptionen der Schwefelkies eine Hauptrolle mit spielt, wie in der Folge erhellen wird.

α) Grundriß der theoretischen Physik. Th. III. Riga und Leipzig 1815. S. 255 ff.

β) Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Ein Versuch. Th. II. — Geschichte der Vulkane und Erdbeben.

H. Davy machte eine sehr sinnreiche Anwendung seiner Entdeckungen auf die Erklärung der vulkanischen Erscheinungen. Seiner Ansicht zu Folge können die Metalle, welche die Basis der Erden sind, auf der Oberfläche der Erdkugel nicht in ihrer Reinheit dauerhaft vorhanden seyn; allein es ist möglich, daß sie einen Theil des Innern derselben ausmachen. Setzte man nun voraus, daß das Wasser und die atmosphärische Luft bisweilen bis zu den Schichten der metallischen Substanzen eindringen, so könnte man durch diese Hypothese die vulkanischen Erscheinungen, die Entstehung der Laven und die durch die unterirdische Hitze verursachten Erschütterungen erklären. Nach Davy mußten unter ähnlichen Umständen bedeutende Wärmeentwickelungen Statt finden, und zugleich durch die Oxydation der metallischen Basen mannichfaltig steinige und erdige Substanzen gebildet werden.

Breislak führet gegen Davy's Hypothese an, daß sich hienach ebenfalls kein Grund angeben lasse, auf welche Art die durch lange Jahrhunderte dauernde oder aufgehobene Thätigkeit der Vulkane an demselben Orte möglich seyn könne. Ueberdem sey die außerordentliche Leichtigkeit der Metalloide nicht mit dem bedeutenden specifischen Gewichte in Uebereinstimmung zu bringen, welches die innern Schichten unsers Erdkörpers haben müßten; und zugleich scheine es sehr schwer zu begreifen, wie bey der Oxydation dieser Substanzen sich so viel Wärme entwickeln könne, um sie als den großen Erscheinungen verhältnißmäßig betrachten zu dürfen.

Patrin *) stellte eine neue chemische Theorie der Bildung der Vulkane auf, und setzt dabey als bewiesen voraus, daß die Vulkane, ohne Ausnahme sich in der Nachbarschaft der Meere befinden. Nach ihm besteht die vorzüglichste Nahrung der Vulkane in der Schwefelsäure, welche sich täglich bildet, auf der Oberfläche des Meeres

---

*) Journal de physique. Mart. 1800.

im Zustande der Freyheit vorhanden ist, und ihres eigenthümlichen Gewichtes wegen zum Grunde des Meeres hinabsinke. Hier fände sie den Urthonschiefer, dränge zwischen dessen Blätter ein, träfe daselbst viele metallische Oxyde, raubte diesen den Sauerstoff, und verwandelte sich so in oxygenirte Salzsäure. Die auf solche Art ihres Oxygens beraubten metallischen Substanzen empfingen dieses jedoch aus der Luft und dem Wasser zurück, und verlören es wieder durch einen neuen Zutritt von Salzsäure. Auf diese Weise entstehe eine Kreisung von Salzsäure, welche aus dem Meere ihren Ursprung erhielte, und durch Berührung mit metallischen Oxyden oxygenirt werde; diese aber blieben beständig Oxyde, weil sie in eben dem Maaße, als sie ihr Oxygen verlören, es auch von neuem wieder empfingen. Diese oxygenirte Salzsäure, angezogen von den Blättern des Thonschiefers, welche die Stelle von Haarröhrchen verträten, pflanze sich durch sehr bedeutend große Räume fort, und da sie allenthalben Schwefelkiese vorfände, so zersetze sie solche mit Heftigkeit. Hiedurch werde eine sehr große Entwickelung von Wärme bewirkt, es bilde sich Schwefelsäure, und durch den Kohlenstoff werde das Wasser zersetzt. Ein Theil des Wasserstoffs dieses Wassers verbinde sich mit dem Kohlenstoffe und ein wenig Sauerstoff, und bilde so Oel; die Schwefelsäure verbinde sich mit diesem Oele und erzeuge Bergöl. Der andere Theil des Wasserstoffgases entzünde sich durch die neu gebildete oxygenirte gasförmige Schwefelsäure; auch das in Gasform übergehende Bergöl entflamme sich, und so entstehe der vulkanische Brand. Dieser Brand würde aber nach Patrin bald aufhören, wenn nicht ein anderer Stoff hinzuträte, seine Thätigkeit zu vermehren. Nach ihm ist dieser Stoff das elektrische Fluidum, mittelst dessen er die übrigen furchtbaren Erscheinungen der Vulkane zu erklären suchet. Diese Theorie ist besonders von de Luc widerleget worden. Es ist irrig, wenn Patrin annimmt, daß alle Vulkane ohne Ausnahme in der Nachbarschaft

des Meeres sich befinden müßten, und daß sie in eben dem Maaße verlöschten, als sich das Meer von ihrem Fuße entfernte. Mehre Vulkane beweisen gerade das Gegentheil.

Breislak sucht die vorzüglichsten Erscheinungen der Vulkane aus der Verbrennung des Bergöls zu erklären. Er bemerket zuförderst, daß in der Theorie der Vulkane kein Phänomen schwieriger zu erklären sey, als die abwechselnden Perioden von Wuth, mäßiger, und gleichsam regelmäßiger, Thätigkeit und vollkommener Ruhe. Nur die Verbrennung einer Flüssigkeit lasse sich mit diesen Umständen in Harmonie bringen. Das Bergöl dringe, gleich dem Wasser, durch die Erdschichten und kreise in unterirdischen Canälen. An einigen Stellen könnten sich Anhäufungen davon bilden, und diese leicht durch ein Feuer, welches durch eine von den in der Natur so häufig vorkommenden Verbindungen erweckt werde, angezündet werden. Dieser Brand werde so lange dauern, als das Bergöl noch nicht verzehret sey, und er werde nach dem Grade der Intensität des Verbrennungsprozesses, d. i. nach Verhältniß der Menge und Reinheit des Brennstoffes, mehr oder weniger heftig seyn. Sey die Materie aufgezehrt, und folglich die Nahrung des Brandes erschöpft, so würden die vulkanischen Erscheinungen auch aufhören; diese könnten sich aber erneuern, sobald eine hinreichende Menge bituminöser Stoffe sich wieder angehäuft habe, und eine Ursache, die solche entzünden könne, hinzutrete. Was die Entzündung betrifft, so sey das Bergöl flüssig, und da es viel Wasserstoffgas liefere, so entzünde es sich auch leicht. Ein Funke reiche hin, einen großen Brand zu veranlassen. Umstände aber, welche im Stande wären, diesen Funken hervorzulocken, seyen nicht schwer auszusinnen. Beyspiele von Steinkohlenflötzen, welche sich ohne bekannte Ursache entzündeten seyen häufig genug. Mit Leichtigkeit würde man eine Menge von Umständen anführen können, wodurch in großen unterirdischen Höhlen sich ein solcher Grad von

Hitze entwickeln könne, der eine Entzündung zu veranlassen im Stande sey. Auch sey es sehr wahrscheinlich, daß die Elektricität auf diese Operation Einfluß ausübe. Die Menge elektrischer Materie, welche, nach den Berichten aller Beobachter, bey den vulkanischen Ausbrüchen und den sie begleitenden unterirdischen Verpuffungen sich entwickele, gebe dieser Vermuthung sehr große Wahrscheinlichkeit. Wie werde sich aber die Leichtigkeit der Entzündung noch vergrößern, wenn sich irgend ein Phosphor enthaltender Stoff mit dem Bergöle verbinde? Das häufige Vorkommen des Phosphors im Mineralreiche, und die Leichtigkeit, mit welcher er sich mit den Oelen verbinde, gäben der Vermuthung große Wahrscheinlichkeit, daß sich dem Bergöle irgend ein Phosphor enthaltender Stoff zugeselle, und daß durch diese Verbindung die Entwickelung vom Phosphor-Wasserstoffgas veranlaßt werde, welches schon durch die Berührung der atmosphärischen Luft sich entzünde, und welches durch den Zutritt des Sauerstoffs große Explosionen verursachen könne. Schwieriger sey es, die Quelle anzugeben, welche die große Menge von Sauerstoff zu liefern im Stande sey, der zur Verbrennung so ungeheurer Massen von Bergöl als nothwendig angesehen werden müsse. Nach Breislak's Meinung ist das Innere des Vulkans mit der atmosphärischen Luft in einer beständigen Verbindung; denn die Ritzen und Spalten, durch welche das Bergöl rinne, gewährten der atmosphärischen Luft einen freyen Durchgang, welche auf diese Weise bis zu dem Innern der Gebirge gelange und ihre leeren Räume ausfülle. Das in den Tiefen des Vulkans angefachte Feuer werde die Luft aller zu denselben führende Canäle aufzehren, und die Einwirkung der zuströmenden Luft werde um so stärker seyn, eine je größere Länge die Canäle besäßen, welche gleichsam die Stelle der Zugröhren versehen würden, die man in großen Schmelzöfen anbringe. Außerdem könnten es auch im Innern der Vulkane Substanzen geben, welche Sauerstoff enthielten, mithin den Verbrennungs-

prozeß beförderten. Die erste Substanz, die sich hier darbiete, sey das Wasser in tropfbar flüssiger, oder in dampfförmiger Gestalt, welches im Innern des Vulkans zersetzt werde, und daher zur Erhaltung des Feuers beytrage. Ferner gebe es aber auch eine Menge anderer Substanzen, wie z. B. einige überoxydirte Metalle, und vorzüglich überoxydirtes Eisen und Mangan, welche als wahre Verbrennungsmittel angesehen werden könnten. Auf diese Art könnten wir uns sehr gut überzeugen, daß die Erklärung der vulkanischen Erscheinungen weiter mit keiner großen Schwierigkeit verbunden wäre.

Gegen diese vom Breislak aufgestellte Hypothese hat v. Strombeck erhebliche Einwendungen gemacht. Er führet zuerst an, daß man die vulkanischen Erscheinungen in ihren höchsten bekannten Wirkungen vor Augen haben müsse, um ihre Ursache zu erforschen; denn es sey gar wol möglich, daß durch vorausgesetzte Wirkungsursachen kleine oder mäßige Erscheinungen erkläret werden könnten, welche aber völlig unzureichend wären, sobald man dieselben Erscheinungen in ihrer höchsten Steigerung überlege. Sey es wol wahrscheinlich, daß Erschütterungen, welche sich oft bey Ausbrüchen mancher vulkanischer Eruptionen zugleich in drey Welttheilen äußerten, die ein dazwischen liegender Ocean nicht zu hemmen vermöge, von dem Brande bituminöser Substanzen veranlaßt werden könnten? Wollte man auch eingestehn, daß Bergöl durch die Klüfte der Urgebirge dringen und in denselben Anhäufungen bilden könnte, so sey es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß solche Anhäufungen in so beträchtlichen Tiefen und in solcher Menge Statt finden könnten, daß dadurch große Gebirgsmassen erschüttert würden. Vielmehr müßten wir uns nach Ursachen umsehen, die von weit größerer Kraft wären, als es brennende Steinkohlenflötze, oder flüssige Massen von Bitumen seyn könnten, und vor allen andern, die gleichsam quer durch den ganzen Erdball wirksam zu seyn vermöchten. Der Herr v. Strombeck ist vielmehr geneigt,

die gesammten vulkanischen Erscheinungen aus der galvanischen Elektricität zu erklären. Setzten wir nämlich voraus, daß ungeheure Volta'sche Säulen, von bekannten und unbekannten Metallen sich durch das Innere unserer Erde erstreckten, welche stets von dem zur Tiefe dringenden Wasser feucht erhalten würden, so hätten wir einen galvanischen Prozeß von ungeheurer Intensität. Dieser zersetze das Wasser der Höhlen, in welchen die Säulen endeten, in seine Bestandtheile, der Wasserstoff werde entflammt, und der Sauerstoff diene der Flamme zur Nahrung. Das mehre oder mindere Zuströmen des Wassers sey die Ursache der verschiedenen Intensitätsgrade der vulkanischen Explosionen, welche ganz aufhörten, wenn das Wasser fehle, oder die Metalle sich gänzlich oxydirten; die vulkanischen Erscheinungen und Erzeugnisse empfiengen aber unendlich mannichfache Modificationen, nach Maasgabe der Verschiedenheit der Stoffe, auf welche das entzündete Wasserstoffgas wirke. Indessen bemerket v. Strombeck, daß diese Theorie nicht alle vulkanische Erscheinungen vollkommen erkläre; allein wir würden auch wol schwerlich je dahin gelangen, von allen möglichen dabey vorkommenden Umständen eine genügende Ursache aufzufinden. Eine interessante Zusammenstellung über mögliche galvanische Wirkungen im Erdkörper findet man beym Ebel [α]). Auch bemerket v. Gruithuisen [β]), daß man fast aus allen mineralischen Substanzen, sie mögen trocken oder in Verbindung mit nassen Schichten errichtet seyn, galvanisch-elektrische Wirkungen erzielen könne. Es wäre daher die Sache keinesweges parador, wenn man behauptete, im Innern der Gebirge müßte ein unaufhörlicher galvanischer Prozeß vorgehen, und auf solche Art eine stete Zersetzung mineralischer Substanzen in den Eingeweiden der Erde bewirken. Denn nicht allein nach

---

α) Ueber dem Bau der Erde. B. I. S. 382 ff.

β) Gedanken und Ansichten über die Ursachen der Erdbeben nach der Aggregationstheorie der Erde. Nürnberg. 1825. 8. S. 62 ff.

Ebel's Beobachtungen in den Alpen, sondern auch v. Humboldt's und Anderer Versicherungen erhelle es, daß die Gebirge nicht wie ein vielfach eingemantelter Granitkegel gebildet, sondern aus einer großen, oft zahllosen Menge von Schichten zusammengesetzt seyen, und daß dieselben bey verschiedenen Gebirgsarten häufig mit einander wechselten. Es sollte daher keinem Zweifel unterworfen seyn, daß nicht aus den Steinen Metalloide erzeuget würden, die bey der geringsten Hinzukunft des Wassers verpufften; ja daß nicht selbst der durch galvanische Wirkung erfolgende Zerlegungsprozeß zu vielen Einstürzungen Anlaß geben sollte. Allein v. Gruithuisen führet dagegen ganz richtig an, daß zu einer gut wirkenden galvanisch-elektrischen Säule eine ordentliche, nicht durch entgegengesetzte Zwischenlagen gehinderte Aufeinanderfolge im gleichen Wechsel der Schichten gehörte. Der Schichtenwechsel in den Gebirgen befolge in keinem Falle eine solche Ordnung, daß dieselbe Schichtenfolge, ohne Zwischensatz immer wechselnder anderer fremden Schichten, irgendwo nur zweymal aufeinander erfolgte. Ebel's Darstellungen bewiesen dies in Europa und Humboldt's in Amerika. Es gehörte ferner dazu, daß die Schichten einer Volta'schen Säule an ihren beyden Polen eine ununterbrochene leitende Verbindung haben, und daß diese möglichst kurz sey, die Schichtenglieder dürften nicht dick seyn, je dünner desto wirksamer. Dies Alles finde nicht in den Gebirgen, sondern überall gerade das Gegentheil Statt. In vielen Fällen fehle hier auch Wasser. Wir würden daher nicht aus unsern Gebirgen galvanisch-elektrische Säulen machen können. Dies sey aber nicht darum gesagt, daß nicht fast eine unendliche Menge einfacher galvanischer Ketten unter der Erde in Wirksamkeit sey, und daß solche Ketten den chemischen Prozeß sehr beschleunigten und fast immer anfachten, darüber seyen zahllose Erfahrungen gemacht worden. Es leide daher gar keinen Zweifel, daß die chemisch-vulkanischen Eruptionen um desto leichter erfolgten, je mannigfaltiger die minera-

lischen Substanzen, unter Berührung mit Wasser, im Heerde der Vulkane befindlich seyen.

Eben so unbezweifelt ist es, daß die vulkanischen Ausbrüche oft mit ungeheuren elektrischen Wirkungen in der Atmosphäre begleitet sind. Ob aber der Ursprung der Vulkane ganz allein von der Elektricität abhange, wie mehre Physiker dieser Meinung gewesen sind, scheint nach den neuern Versuchen schwerlich vertheidiget werden zu können. Der bey den vulkanischen Ausbrüchen beobachtete elektrische Prozeß scheint nicht von einem unterirdischen Chemismus, sondern blos von einem Verflüchtigungs-Prozeß abzuhangen. Dieses wird nicht allein durch die Versuche der Herren Davy und Pfaff [α]) bestätiget, aus welchen hervorgehet, daß vorzüglich bey Verdampfungen, wie dies Gay Lussac auch am Vesuv beobachtete, Elektricitätsspannung entstehe, sondern es wird auch dadurch dargethan, daß bey großem Luftdrucke die Elektricitätserregung gänzlich aufhöret, welches durch Dessaigne's [β]) Versuche bewiesen ist. Auch wird im Innern der Erde der starke Luftdruck die Elektricitäts-Erregung bis auf gewisse Schranken zurückbringen, wodurch die Luft selbst stärker isolirend wird, und mithin den Durchgang der Elektricität durch sie gleichsam versperrt, so daß die etwa durch Schichtenverhältnisse, durch Verdampfung, oder durch Druck der Felsen erregten elektrischen Spannungen sich blos durch die Metalle, Erze, Kohlen, feuchte Felswände, oder mit einem Worte, durch gute Leiter entladen, und dadurch mittelst Verbrennung und kurzen Ueberspringens Entzündungen veranlassen. Es scheint also die Elektricität, welche bey vulkanischen Eruptionen wahrgenommen wird, nichts weiter zu seyn, als eine Nebenwirkung der Ursachen der Vulkane.

Es leidet wohl keinen Zweifel, daß nicht mehre Ursachen vorhanden seyn sollten, welche die vulkanischen

α) Schweigger's Journal. B. X. S. 186.
β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVIII. S. 40 ff.

Wirkungen auf die beobachteten verschiedenen Grade steigern. Nach D. Clarke *) zeigen die Vulkane die Erscheinungen eines Gebläses mit verdichtetem Knallgase. Durch das vulkanische Feuer wird Wasser zersetzt, das gasförmige Product erscheint im verdichteten Zustande, verbrennt, hat die Kraft zu schmelzen, giebt, wenn die ganz verdichtete Gasmasse sich entzündet, die furchtbarsten Explosionen, welche ganze Berge in die Luft schleudern, mit einem Knall, der viele Stunden weit gehöret wird, und zeigt an den engern Mündungen, aus welchen geschmolzene Gebirgsarten in Gestalt von Lava, mit einem Knall wie von Kanonen herausgeworfen werden, kleinere partielle Detonationen, welche sich zu jenen verhalten, wie die Detonationen in dem Gefäße des Gasgebläses zu denen vor der Mündung des Blasrohrs. D. Clarke sucht dies vorzüglich aus den Erscheinungen des Vesuvs zu beweisen. Bey diesem merkwürdigen Vulkan ist nämlich der Krater desselben nicht so weit, als in dem Aetna und den meisten andern Vulkanen von den Blasröhren entfernt, aus welchen die Lava herausgetrieben wird. Der Vesuv, bemerkt Clarke, ist seiner chemischen Natur nach in jeder Rücksicht ein großes Gasgebläse, und stimmt in allen seinen Erscheinungen und Wirkungen, den Explosionen und Detonationen, der Hitze und dem Licht, dieses Apparates, völlig überein.

Vulkanische Ausbrüche erfolgen nie ohne Mitwirkung und ohne Zersetzung von Wasser. Denn vor jedem großen Ausbruche des Vesuvs vertrocknen nicht allein alle Brunnen in Neapel, Portici, Resina, und andern Städten am Fuße des Berges, sondern auch das Meerwasser tritt zurück, und es sterben an der Küste die Meerthiere gänzlich ab.

D. Clarke und einige andere Engländer hatten im Jahre 1793 das Glück nahe an den Schlund des Vesuvs zu kommen, durch welchen sich die schmelzende Masse

*) Ebendaselbst B. LXIII. S. 55 ff.

den Ausweg gebahnt hatte. Es war eine enge Spalte in der festen Lava des Kegels, mit glatten und dichten Seitenwänden, welche nicht das poröse Ansehen an der Luft erkalteter Lava an ihrer Oberfläche, sondern das des festesten Trapps oder Basalts hatten. Aus der Mitte des gewölbten Abgrundes und einem Canale entlang, schöner als die Kunst ihn darzustellen vermag, strahlte das hellste Licht mit einem solchen unaussprechlichem Glanze hervor, daß es sich nur auf Augenblicke unter abwechselnden Verschließen der Augen beschauen ließ, und, indeß es mit der Schnelligkeit der Fluth und unter starkem Winde ausfloß, schien es weiterhin im gemilderten Glanze sich in einen durchsichtigen schnellfließenden Strom verwandelt zu haben. Die Masse war hier im vollkommensten Flusse und rann wie geschmolzenes Silber den Berg hinab. Sobald aber die Luft darauf wirkte, verlor die Oberfläche an Weiße, wurde erst roth, dann dunkler, und noch weiter unten bildeten sich schwarze Schlacken an ihrer Oberfläche. Ueber dem gewölbten Abgrund befand sich eine Art natürlichen Schornsteins, etwa 4 Fuß hoch, der von Zeit zu Zeit unter Verpuffungen Steine auswarf. Diese Oeffnung stieß so erstickende Dämpfe aus, daß sie nur dann und wann ein Blick nach dem Innern zuließen.

Wenn der Ausbruch eines Vulkans erfolget ist, so läßt sich auch die Eruption desselben aus Schwefelkies erklären; denn in einem solchen Falle wird durch die chemischen Synthesen entstandene Hitze der benachbarte Schwefelkies in Magnetkies verwandelt und geschmolzen, und das hinzutretende Meerwasser wird so schnell zersetzt, daß die gasförmigen Stoffe aus dem geöffneten Schlunde Asche, Sand, Steine und alles, was sie auf dem Wege treffen, herausschleudern. Es scheinen daher die Vulkane, wie D. Clarke meinet, in der That im Großen ein Gebläse von verdichtetem Knallgase zu seyn.

Nach der Meinung der neuesten Physiker und Chemiker besteht der Ursprung der Vulkane in der allmähli-

gen Oxydation der nicht oxydirten Erdrinde mit der Voraussetzung einer innerlichen großen Hitze im Innern der Erde.

M. s. Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Ein Versuch von v. Hoff Th. II. Geschichte der Vulkane und der Erdbeben. Przystanowsky über den Ursprung der Vulkane. Berlin 1822. 8. Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulkane von v. Humboldt. Berlin 1823. 8.

Vulkanische Produkte (Zus. S. 330. B. V.). Ueber diesen Gegenstand sind die Resultate der darüber angestellten Untersuchungen noch lange nicht genügend genug. Die neuern Beobachtungen, welche besonders der Herr v. Humboldt an mehren Vulkanen in Quito mit möglichster Genauigkeit angestellet hat, scheinen die wahre Beschaffenheit der Vulkane und ihre Produkte auf richtigere Kenntniß gebracht zu haben. Aus diesen geht nämlich hervor, daß man vorzüglich auf folgende drey Stücke bey vulkanischen Erscheinungen zu sehen habe:

1. auf den bey den Vulkanen vorkommenden und entdeckten Trapp-Porphyr,

2. auf die davon abgeleitete Ueberzeugung, daß die vulkanischen Wirkungen nicht in den obern Schichten der Erdfläche, sondern unter dem ältesten Gestein, unter dem Granit ausbrachen,

3. auf die beobachtete große Rolle, welche der Eisenglanz in den vulkanischen Erscheinungen spielt.

Der Herr v. Humboldt war der erste, der seinen Beobachtungen zu Folge anführte, daß der Trapp-Porphyr eine ganz besondere und den Vulkanen eigenthümliche Gebirgsart sey. Er hatte bemerkt, daß alle Vulkane in den Anden ihren Sitz im Porphyr haben, und war der Meinung, daß der Trapp-Porphyr ein durch elastische Dämpfe veränderter Granit sey, und daß folglich die Vulkane tief in der Erde entstehen. Die Gemengtheile dieser entdeckten Gebirgsart sind vorzüglich

glasige Feldspath, Glimmer und Hornblende. Da, wo der Trapp-Porphyr in Klüfte zersprengt ist, wo Risse die Stücke durchziehen, fand er jederzeit Krystalle von Eisenglanz. Waren sie klein, so schien es nur ein schwarzer Ueberzug in der Luft; aber im Sonnenlichte wurde der Glanz der einzelnen Krystalle völlig erkannt. Waren solche Klüfte in Menge vorhanden, so war dadurch die ganze Masse des Porphyrs dunkler geworden, und ging zuletzt gänzlich ins Schwarze über, vollkommen mit der Substanz der gewöhnlichsten Laven bey Clermont und am Vesuv übereinstimmend. Mit dieser Schwärze verschwinden die gewöhnlichen Gemengtheile, Feldspath und Hornblende, und es erscheinen ganz neue, Olivin und Augith. Mit dem Trapp-Porphyr stehen die Basalte in unmittelbarer geognostischer Verbindung, und diese sind nach der Meinung des Herrn v. Humboldt theils durch das Zwischenmittel des Trapp-Porphyrs, theils aus Granit durch Zutritt des sublimirten Eisenglanzes so geworden. Es ist daher der Hr. v. Humboldt ebenfalls der Meinung, daß der Basalt vulkanischen Ursprunges sey. Schon der bekannte scharfsinnige Mineralog, Herr Voigt *), brachte mehre Gründe bey, daß der Basalt ein wirkliches vulkanisches Produkt sey. Er hatte wahrgenommen, daß bey dem Meisner in Hessen, der auf der einen Seite aus Flötzsandstein, und auf der andern aus Flötzkalk, besteht, über beyde, doch über den Sandstein mehr, als über den Kalkstein, sich ein Braunkohlenlager verbreitet, über dieses wieder eine schwache Thonschicht, welche Schwül daselbst genannt wird, und dies alles endlich von Basaltmassen bedeckt wird, welche die ganze Oberfläche des Berges ausmachen. Nach Voigt's Meinung wurden durch die Hitze, welche der Basalt hatte, die zu oberst liegenden Brennkohlen entölt, und daraus entstand unsere Glanzkohle, an wel-

*) In seiner mineralogischen Reise nach den Braunkohlenwerken und Basalten in Hessen.

cher keinesweges zu verkennen sey, daß vormals eine Hitze auf sie gewirkt habe; denn sie sey rissig, und sehr zerbrechlich, habe Blasenräume, oft ein geschmolzenes Ansehn, von erlittener Hitze herrührende bunte Farben, und thue eben die Wirkung, die eine entölte Braunkohle thun würde. Nachher wurde ihr noch mehr Erdöl entzogen, und sprang in stängliche abgesonderte Stücke, daher die Stangenkohle. Diese Sprünge gingen bis zum Schwül herauf, der dadurch ebenfalls stänglich, und ganz mit Erdöl durchdrungen wurde. Durch eine Reihe von Beobachtungen zeigt Herr Voigt, daß die Basaltmassen nicht von obenher auf den Sandstein gekommen, sondern daß sich der Basalt mit Gewalt von unten her hindurchgedrungen habe. Besonders fand Voigt auf der Ober-Ellener Höhe zwey Spalten im Sandsteine, welche mit Basalt ausgefüllt waren; und der Augenschein bewies, daß dies von innen heraus, und nicht von Aussen nach Innen, bewirkt worden. Aehnliche Beobachtungen machten auch die Herrn v. Buch und Hausmann. Nach einer Zusammenstellung mehrer Beobachtungen, welche sowol in Amerika als auch in Europa in geognostischer Hinsicht bey den Vulkanen sind wahrgenommen worden, bemerkt der Herr v. Buch *), daß in Rücksicht des Trapp-Porphyrs, des Mandelsteins, des Obsidians, des Basalts und der Laven in schöner Uebereinstimmung sey.

Aller dieser Beobachtungen ungeachtet, aus welchen der vulkanische Ursprung des Basalts hervorzugehen scheinet, sind doch wieder sehr viele andere Beobachtungen entgegen, welche besonders in Hinsicht des sächsischen Basalts diese vulkanische Formation streitig machen. Schon im Jahre 1802 las Herr Daubuisson im December den Mitgliedern des französischen Instituts eine Abhandlung vor, die nachher gedruckt wurde, und in

*) Von den geognostischen Verhältnissen des Trapp-Porphyrs, in den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1812—13. S. 143 f.

welcher er die wässerige Entstehung des Basalts mit allen möglichen Gründen zu vertheidigen suchte. Seine am sächsischen Basalt gemachten Beobachtungen leiteten ihn zu mancherley Folgerungen, von welchen die vorzüglichsten diese sind:

1. Der Basalt finde sich stets oben auf den Gebirgen, und bedecke beständig alle Substanzen, aus welchen der Boden bestehe. Aus dieser Beobachtung ziehe er die Folgerung, daß der Basalt die letzte der hier gebildeten steinigen Substanz sey. Unter den funfzehn mit Basalt bedeckten Bergen, welche Daubuisson untersuchte, lag der Basalt bey dreyen auf Granit, bey einem auf Gneis, bey einem auf Glimmerschiefer, bey vieren auf Sandstein, und bey dreyen auf Schichten von Sandstein, Sand und Thon.

2. Gebe es ein Fortschreiten und einen Uebergang von Thon zur Wacke, von dieser zum Basalt, und vom Basalte zum Grünstein.

Dagegen bemerket aber der Herr v. Buch, daß die hochliegende Gegend von Vivarais und Velay uns belehre, daß es nicht immer des Zwischenmittels, des Trapp-Porphyrs bedürfe, um aus Granit Basalt zu bilden. Sie zeige, wie Basalt und basaltische Schlacken aus dem innern des Granits hervorsteigen könnten. Am südlichen Fuße des Mont Mezin wurden wir überzeugt, und so sehr, als es je in diesen Dingen Gewißheit geben möge, daß wahrer Basalt mit allen Kennzeichen und Gemengtheilen deutscher Basalte, und in der prächtigsten Säulenform, ganz wie die Lavenströme von Clermont, die Thäler hinabfließen könne. Schwierig scheinet ihm aber zu seyn, hiemit die Verhältnisse des Erzgebirges von Guanaxuato zu vereinigen. In hohen Felsen steigt der Porphyr auf, an der Ostseite des Thales von Marsil; seine Hauptmasse scheint dichter Feldspath; die obern Schichten enthalten glasige Feldspathkrystalle, aber Hornblende und Glimmerschiefer sehr selten. In diesem Porphyr setzt der mächtigste und

reichste Goldgang von Guanaxuato auf, die Veta Madre. Er setzt durch den Porphyr, und darunter weit in Thonschiefer hinein, in den er dann noch in ansehnlicher Tiefe bebauet wird. Hier ist also das Aufliegen des Porphyrs nicht zu bezweifeln. Und das ist doch durchaus unmöglich, wenn man ihn für eine durch vulkanische Einwirkung veränderte Gebirgsart halten will; es sey denn, daß man sich ihn vorstellen könnte, als wäre er über die darunter liegende Gebirgsart geflossen, was von so mächtigen Porphyren wol schwer ist. Oder soll man glauben, daß dieser Porphyr einer andern Formation angehöre? Oder soll dies vorbereiten, ähnliche Fälle in Ungarn wieder zu finden? Dann freylich würde die Meinung seiner localen Formation durch vulkanische Einwirkung kaum noch haltbar seyn können.

Unerachtet also die von dem Herrn v. Humboldt neu entdeckte Gebirgsart, der Trapp-Porphyr, auf die naturgemäßere Theorie der Vulkane und Entstehung der vulkanischen Producte ein helleres Licht verbreitet hat; so sind doch die Zweifel über die Basalt-Genese noch nicht völlig gehoben. Denn wenn den neuern geognostischen Untersuchungen zuversichtlich zu trauen ist, so scheinen mehre Basalte eine solche Lage zu haben, die weder der Vulkanismus noch der Neptunismus genugthuend erklären kann. Daher sind auch einige der Meinung, wie K. H. Müller [α]), K. W. Nose [β]), daß sich der Basalt mit den übrigen Gebirgsarten zu gleicher Zeit gebildet habe, und daß er mit der Bildungsperiode unserer Erde zusammengehöre. Aus den vielfach angestellten Beobachtungen erhelle nur, daß sich der Basalt einerseits der Urschiefer-Formation besonders dem Granit nähere, andererseits sich den Flötz- oder sekundairen Gebirgen anschließe, auch als zwischenstehendes Verbin-

---

[α]) Einleitung in die Geologie von Robert Bakewell. Freyberg 1819. 8.

[β]) Historische Symbola die Basalt-Genese betreffend. Bonn 1820. 8.

dungsglied den Trapp- und Porphyrarten gleiche, von welchen er sich nur als das Produkt einer noch höhern Erregsamkeit dadurch unterscheide, daß er als solches bereits mächtigere Bestandtheile, nämlich, Natrum, Salzsäure und Kohle enthalte.

Indessen scheint doch die allgemeinere Meinung von der Entstehung des Basalts diese zu seyn, daß er wirklichen vulkanischen Ursprungs ist. Einen schönen Beytrag dazu findet man beym Keferstein [α]). Dieser bestimmt sich zwar nicht ausschließend zu der einen oder andern Parthey, zieht aber doch im allgemeinen aus seinen im westlichen Deutschland gemachten Beobachtungen folgendes Resultat: nach einer kritischen Prüfung aller Beobachtungen scheint es wol ausgemacht zu seyn, daß der Basalt nicht neptunischen Ursprungs sey; vielmehr ist es bey reiflicher Ueberlegung höchst wahrscheinlich, daß derselbe dem Flötzgebirge entgegengesetzt gebildet werde, wohl als eine erweichte Masse analog unserer Lavenbildung sich durch vorhanden gewesenes Gebirge einen Weg gebahnt, und sich über dieses erhoben, und ergossen hat. Dies erscheint als die Ansicht aller derer, welche große basaltische und vulkanische Gebirge untersucht und verglichen haben, ob uns gleich dabey lange noch dunkele Verhältnisse bleiben.

Noch andere Beobachtungen stellte Herr Steininger [β]) über mehre Basaltlager des Saarbrücker und zum Theil pfälzischen Bezirks an, und glaubte hieraus schließen zu dürfen, daß die pfälzischen Basalte dem Uebergangsgebirge angehörten, und durch die Wirkung eines tiefen Feuers aus der feinkörnigen Grauwacke entstanden durch unterirdisches Feuer empor gehoben wären, ohne je eigentlich Vulkane gewesen zu seyn; auch die Eifeler Basaltsäulen wären nichts anders, als durch die Hitze veränderte und von einander getrennte Grau-

α) Beyträge zur Geschichte und Kenntniß des Basaltes, und der ihm verwandten Massen. Halle 1819.

β) Geognostische Studien am Mittelrheine. Mainz 1819.

wackensäulen. Es scheinen hiemit die schönen Beobachtungen in Verbindung zu stehen, welche der Herr v. Buch *) an den basaltischen Inseln in den canarischen Inseln, dann in den Schottischen Hochländern und in einigen der Hebriden-Inseln gemacht hat. Die basaltischen Inseln sind von den Vulkanen im Meere auffallend verschieden. Die Vulkane sind fast jederzeit, und wie es scheint wesentlich aus Trapp-Porphyr (Trachyt) zusammengesetzt, und aus selbigen brechen Feuer, Dämpfe und Steine hervor. Daher sind sie von Massen umgeben, die sie selbst um sich her aufgehäuft haben, von geschmolzenen Materien, welche völlig den Gesetzen des Laufes der Flüsse gemäß sich gegen die Tiefe bewegen, d. i. von Laven oder von unregelmäßigen zu sehr verschiedener Höhe angehäuften Steinen und Schlacken (Rapilli und Aschen). In Basaltischen Inseln dagegen sind die Massen größer, weiter verbreitet, den Schichten anderer Gebirge ähnlicher; in ihnen findet man keine Ströme, keine unregelmäßig vertheilte Rapilli um einen Mittelpunkt her; in ihnen ist der Trapp-Porphyr selten, und in sehr untergeordneten Verhältnissen. Zwischen den Vulkanen läßt sich ein reihenförmiges Fortliegen sehr wohl verfolgen, wodurch die Vulkane gleichsam zu Essen auf mächtigen Spalten des Innern werden. Zwischen basaltischen Massen sind solche Verhältnisse nicht leicht aufzufinden und in Continenten gar nicht. Die basaltischen Inseln sind aus Schichten über einander zusammengesetzt, welche sich von allen Seiten gegen die Mitte aufheben, und eine große Kessel-Umgebung des Innern darstellen, welche der Herr v. Buch den Erhebungs-Crater nennt. In den oft ungeheurem Umfange und der großen Tiefe des Kessels in der Mitte nimmt man keine Lavenströme, sondern blos Schichten

---

*) Ueber die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungs-Cratere; in den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften in Berlin aus den Jahren 1818—1819. S. 51 ff.

gleichförmig vom Meere bis zur größten Höhe erhoben war; die innere hebende Ursache scheint die Schichten aus dem Boden der See mit der ganzen Insel empor gebracht zu haben, ohne die geringste Spur von wahren Vulkanen, welche mit der Atmosphäre in Verbindung stehen, zu beobachten. Den angestellten Beobachtungen zu Folge ordnen sich die Schichten der basaltischen Inseln in einer bestimmten Folge auf einander. Unten Primitivschichten, welche von der emporhebenden Ursache durchbrochen werden; dann Trapp-Porphyr-Wasser; darüber und auch darunter eckige Trapp-Porphyr-Conglomerate, oder Breccia- und Tuffschichten häufig gar vielmal mit einander abwechselnd; dann Dolerit mit Feldspath, wechselnd mit Geröllschichten von blasigen Stücken dieser Gesteine; hienächst Mandelstein; endlich Basalt, die äußerste Bedeckung.

Die eigentlichen Vulkane dagegen, die einzelnen freystehenden, steil hervorspringenden Kegel, aus welchem Ausbrüche aller Art von Laven hervorkommen, bringen die basaltischen Gesteine von dem Hauptschlunde weit entfernt, durch Seitenausbrüche hervor. Es läßt sich jetzt als allgemeine Regel annehmen, daß alle wahren Laven, welche in Strömen von den Abhängen der Vulkane herabfließen, glasigen Feldspath enthalten. Dieser Feldspath führt aber unmittelbar auf Trapp-Porphyr als erste und nächste Umgebung des vulkanischen Heerdes. Unmittelbar aus den Trapp-Porphyr entsteht durch Schmelzung der Obsidian, und aus diesem der weiße reine Bimstein, welcher sich bey mehren Vulkanen, wie z. B. beym Aetna, nicht findet. Es scheint, daß die vulkanischen Ursachen unmittelbar auf die nicht oxydirte Masse der Erde wirken. Sie bilden daraus durch Oxydirung, vielleicht sogar schon unmittelbar den Trapp-Porphyr, und aus dessen Vermengung mit verflüchtigtem Eisenglanz die Laven. Diese Nähe zur ersten Quelle des Feuers bewirkt es daher sehr wahrscheinlich auch, daß einzelne Seitenausbrüche, ja selbst große Cratere,

noch immer sich in Wirksamkeit erhalten können, wenn auch ihre Verbindung mit den nicht oxydirten Massen schon längst mag aufgehört haben. Einzelne hervorgerissene Theile der Metalloide, der Alkalien und Erden, welche sich jetzt weit in der neuen Gebirgsart zerstreuet finden und nur nach und nach mit Wässern und mit der Atmosphäre in Berührung kommen, mögen zu ihrer Ernährung dienen. Sehr wahrscheinlich ist dies auch der Ursprung aller heißen Wässer und Quellen, welche aus den Schichten der primitiven und Transitions-Gebirge hervorkommen; eine Ansicht, welche die bey so vielen wunderbar beständige Temperatur gar sehr unterstützt. Denn diese Temperatur kann nur das Mittel aus einer sehr großen Menge zerstreuet liegender oder zusammenwirkender Ursachen seyn, deren einzeln wirkende Resultate sich gegenseitig aufheben, schwerlich aber einer einzigen, welche, leichter in ihren Wirkungen gestört, zuverlässig größern Unregelmäßigkeiten der Temperatur, mit denen diese Quellen zu Tage kommen, unterworfen seyn würden.

Die erhebenden Ursachen basaltischer Inseln dagegen werden von der Atmosphäre durch eine große Masse von Gesteinen getrennt, welche durch ein Uebermaaß von Kraft erst überwunden und gehoben seyn müssen, ehe die hebenden elastischen Dämpfe entweichen können. Das einmal so kräftig Wirkende, welches eine ganze Insel erhebt, kann aber leicht wieder von aller Verbindung mit oxydirenden Substanzen getrennt und dadurch unwirksam gemacht werden. Auf solche Art läßt sich leicht begreifen, wie nicht aus jedem Erhebungs-Crater ein Vulkan entsteht, so wie gewöhnlich auf Continenten die basaltischen Schichten mit Vulkanen in gar keiner Verbindung stehen.

Gleichwohl, meint Herr v. Buch, können die obern Schichten dieser basaltischen Inseln geflossen seyn, und sey es auch wahrscheinlich; aber unter großem Druck, welcher vorzüglich dieserwegen nothwendig zu seyn scheine, um die regelmäßige Zerspaltung hervorzubringen, welche dem

Basalt so häufig eigen sey, welche sich aber auch in gleicher Schönheit an Trapp-Porphyr-Felsen finde oder an kleinkörnigen Dolerit.

Noch mehre Untersuchungen, welche der Herr v. Buch besonders über einen vulkanischen Ausbruch auf der Insel Lanzerote mit möglichster Sorgfalt angestellt hatte, ließ sich aus den beobachteten Resultaten schließen, daß es drey verschiedene Arten von Inseln, welche durch vulkanische Kräfte über die Oberfläche des Meeres scheinen erhoben zu seyn, gebe.

1. Die basaltischen Inseln; aus Schichten basaltischer Steine, gewöhnlich mit einem Erhebungs-Crater darin.

2. Die Vulkane; einzeln stehende, hoch erhabene Pios und Dome von Trapp-Porphyr.

3. Die Eruptions-Inseln, welche nur einzelnen Ausbrüchen ihre Erhebung verdanken, und ohne basaltische Inseln selten, vielleicht niemals bestehen.

Auch im westlichen Theile von Deutschland ist die Entdeckung in den neuern Zeiten gemacht worden, daß die eigentlichen Vulkane nur im Trapp-Porphyr ihren Ursprung haben, und die meisten ihrer Produkte aus diesem Gestein entstehen. Der erste, welcher diese Entdeckung an einigen Bergen in der Gegend von Gratz machte, ist der Herr Mat. Ancker. Was die Basaltgebirge betrifft, so sind diese sehr wahrscheinlich, wie die basaltischen Inseln, aus dem Innern der Erde emporgehoben worden.

W.

Wärme (Zus. z. S. 333. Th. V.). Daß der Zutritt der Luft bey Erregung der Wärme durch's Reiben nicht nöthig sey, ging besonders auch durch einen merkwürdigen Versuch des Grafen v. Rumford *) hervor. Er ließ nämlich in einen massiven metallenen Cylinder eine Höhlung einbohren, welche 3,7 im Durchmesser und

*) *Nicholson's* journal. II. 106.

7,22 Zoll in der Länge hatte. In dieser Höhlung wurde ein stählerner von Pferden in Bewegung gesetzter Bohrer so angebracht, daß er sich am Boden des Cylinders rieb. So zubereitet wurde der metallene Cylinder in eine mit Wasser gefüllte Büchse eingeschlossen. Auf solche Art waren daher sowohl der Cylinder als auch der Bohrer ganz mit Wasser umgeben, und der Zutritt der Luft wurde völlig abgehalten. Das Wasser wog 1877 Pfund, und seine Temperatur betrug beym Anfange des Versuchs 60° Fahr. Nachdem der Cylinder eine Stunde lang so schnell bewegt war, daß er 32 Umläufe in einer Minute machte, und sich an den feststehenden Bohrer, der mit einer Kraft von 10000 Pfund gegen den Boden in der Höhlung druckte, auf diese Art rieb, so war die Temperatur des Wassers 107°; nach Verlauf von ½ Stunde war sie 178°, und nachdem der Versuch 2½ Stunden gedauert hatte, kochte das Wasser. Nach Rumford's Schätzung würde der Wärmestoff, welcher bey diesem Versuche entwickelt wurde, die Temperatur von 26,58 Pfund Wasser vom Gefrierpunkte bis auf den Siedpunkt haben bringen können. Hätte man die nämliche Wirkung durch einen brennenden Körper hervorbringen wollen, so würde man 9 Wachskerzen von mäßiger Größe, die mit heller Flamme, so lange der Versuch dauerte, brannten, haben anwenden müssen. Bey einem Versuche wurde dem Wasser der Zutritt in die Höhle des Cylinders, wo die Reibung war, gänzlich verschlossen; allein der Erfolg war derselbe, der sich ergab, wenn das Wasser einen freyen Zutritt hatte.

Haldot a) hat Rumford's Versuche, durch Reiben Wärme zu entwickeln, wiederholt, und in mehren Umständen abgeändert. Er wendete hiezu einen Apparat an, vermittelst dessen er zwey Körper mit Hülfe einer Schraube gegen einander pressen konnte, während der eine mit einer Geschwindigkeit von 32,8 Zoll in einer

a) *Nicholson's* journal. XXVI. p. 30.

Sekunde, sich um seine Axe drehte. Der reibende Körper war von Messing. Wendete er zum geriebenen Körper Zink an, so war die Intensität der entwickelten Wärme am größten. Messing und Bley gaben einen gleichen Grad von Hitze. War der geriebene Körper Zinn, so betrug die Wärme, die sich entwickelte nur $\frac{2}{9}$ von derjenigen, welche frey wurde, wenn der reibende Körper Bley war. Uebrigens stimmten die Versuche Haldor's mit Rumford's seinen genau zusammen.

Wenn der Druck vervierfacht wurde, so war die Intensität der sich entwickelnden Wärme sieben Mal so groß als vorher. War der reibende Körper rauh, so erzeugte sich nur halb so viele Wärme, als wenn er glatt war. Wurde der Apparat mit schlechtern Leitern der Wärme, oder mit Nichtleitern der Elektricität umgeben, so wurde die Menge der sich entwickelnden Wärme vermindert.

Wenn auch das Phänomen, daß durch die Reibung zweyer Körper von einander Wärme entsteht, ein alltägliches und allgemein bekanntes ist, so lassen doch die bisherigen Kenntnisse keine befriedigende Erklärung zu.

(Zus. z. S. 341. Th. V.). Nach einer sehr großen Menge neuerer Versuche entsteht nach Pouillet *) eine unmittelbare Wärmeentwickelung durch Benetzung. Alle feste Körper, sowohl unorganische, als organische werden durch Benetzung mit verschiedenen Flüssigkeiten in ihrer Temperatur erhöhet, unabhängig von chemischen Einfluß oder Festwerden der Flüssigkeiten, blos durch Wirkung der Capillarität. Diese allgemeine Temperaturerhöhung war bis jetzt nur deswegen nicht bemerkt worden, weil sie, besonders an unorganischen Körpern, oft sehr gering ist. Es mußten, um sie zu finden, äußerst empfindliche kleine Thermometer, woran ein Grad Cent. 30 bis 50 Millimeter Länge einnahm, in die gepulver-

*) Annales de chemie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XX. p. 141. in Schweigger's Journal der Chemie u. Physik. B. XXXVI. S. 193 f.

tern Substanzen während ihrer Benetzung mit Wasser, Olivenöl, Alkohol und Essigäther getaucht werden.

Die gefundenen Resultate sind in folgender Tafel enthalten:

Unorganische Körper	Temperaturerhöhung in Cent. Gr. durch			
	Wasser	Oel	Alkohol	Aether
Glaspulver	0,258	0,261	0,2[illegible]2	0,277
Eisen	0,215	0,215	0,219	0,330
Kupfer	0,195	0,195	0,141	0,304
Zink	0,234	0,208	0,250	0,231
Wißmuth	0,230	0,220	0,246	0,193
Antimon	0,221	0,225	0,308	0,286
Zinn	0,310	0,254	0,329	0,219
Porzellan	0,549	0,493	0,530	0,474
Ziegelmehl	0,572	0,480	0,322	0,458
Thon	0,940	0,912	0,867	0,780
Kieselerde	0,350	0,179	0,248	0,417
Alaunerde	0,204	0,187	0,217	0,341
Bittererde	0,212	0,148	0,208	0,229
Eisenoxyd	0,286	0,215	0,300	0,424
Manganhyperoxyd	0,307	0,236	0,341	0,430
Zirkonoxyd	1,198	0,166	0,211	0,271
Kupferoxyd	0,221	0,219	0,195	0,261
Bleyglätte	0,241	0,263	0,232	0,452
Chromoxyd	0,160	0,153	0,219	0,318
Schwefel	...	...	0,173	0,216
Organische Substanzen				
Kohle	1,16	0,96	1,27	1,41
Stärke	9,70	3,52	4,77	6,18
Sägespäne	2,17	2,80	3,02	2,52
Rinde von Saxifrage	5,49	4,27	5,98	6,37
— — Pareira brava	5,23	3,38	4,61	5,88
— — Süßholz	10,20	4,19	7,17	6,54
— — Valeriana	4,26	3,84	4,66	4,10
— — Bistorta	5,72	3,13	6,07	6,43
— — Iris	6,12	4,00	3,75	6,48
Mehl von Waizen	2,72	1,19	3,40	4,10
— — Mays	2,32	1,22	3,32	3,72
— — Gerste	2,22	1,15	2,87	3,83
— — Roggen	2,55	1,43	2,92	4,50
— — Hafer	2,42	0,91	2,75	4,32
— — Leinkraut	2,07	...	1,73	3,48
Mehl von Grütze	2,13	...	2,44	...
Körner von Weitzen	1,92	...	2,21	2,25

Organische Substanzen	Temperaturerhöhung in Cent. Gr. durch			
	Wasser	Oel	Alkohol	Aether
Körner von Mais	1,10	...	2,00	2,36
— — Gerste	1,12	...	1,82	...
— — Roggen	1,62	...	1,60	...
— — Hafer	1,19	...	1,56	...
— — Canariens	1,15	...	1,29	...
— — Mohn	1,27	...	1,11	1,39
— — Hirse	0,94	...	1,26	0,84
Rübsaamen	1,10	...	1,28	0,94
Baumw lle	0,97	1,25	0,83	1,67
Flachsfaden	2,11	1,17	2,78	3,18
Papier	1,45	...	...	...
Daff. getrocknet	4,52	2,12	3,60	...
Haare	2,06	2,31	1,28	3,45
Wolle	3,17	3,38	2,54	3,12
Elfenbein	3,14	1,18	1,49	...
Fischbein	2,86	2,15	1,56	3,25
Leder	2,43	...	2,41	...
Daff. gebrannt	4,37	...	...	...
Schwamm	1,90	...	...	...
Schweinsblase	2,40	1,84	2,58	3,60
Rindssehnen	3,16	1,17	3,31	3,24
Schaafdarmhaut	9,63	...	10,12	8,38

Zus. z. S. 351. Th. V. und S. 733. Th. VI.). Zur genauen Entwickelung der Gesetze der Erkältung und Erwärmung der Körper in unbegrenzten Mitteln, so wie zur Bestimmung der Vertheilung der Wärmematerie mehre Körper unter sich sind in den neuern Zeiten sehr wichtige und schätzbare Beobachtungen angestellt worden. Besonders war man dabey mit auf den Einfluß aufmerksam, welchen die strahlende Wärme auf den Zustand der Oberfläche der Körper äußert. Um zu erforschen, wie die Erkältung oder Erwärmung der Körper in verschiedenen Mitteln von gleichförmiger Temperatur erfolge, stellte der Graf v. Rumford mit Gefäßen aus Messingblech merkwürdige Versuche an. Das Gefäß hatte die Form eines Cylinders, durch dessen Länge der ebenfalls cylindrische Behälter eines Thermometers hindurchgeht; dessen eingetheilte Röhre nach Außen sich befand. Ein kleines im obern Theile des Gefäßes

angebrachtes Röhrchen diente, kochendes Wasser oder irgend eine andere Flüssigkeit einzufüllen, worauf es dann mit einem genau passenden Stöpsel verschlossen wurde. Nachdem dies geschehen, wurde der Apparat in ein Zimmer gebracht, das hinreichend groß war, damit seine Temperatur keine merkliche Aenderung zu erfahren im Stande war, und mittelst dreyer dünnen Schnüre darin aufgehängt, oder auf eine hölzerne Unterstützung gestellt, welche ihn mit sehr wenigen Punkten berührt, so daß sie ihm nur einen unmerkbaren Theil der Wärme zu entziehen vermochte. Auf diese Art sah man den Stand des Thermometers immer mehr fallen, und es wurden mittelst einer genauen Sekundenuhr die Augenblicke bemerkt, in welchen er zu den verschiedenen Graden der Wärme herabkam. Auch wurde die Temperatur des Zimmers mittelst eines Thermometers beobachtet, welches von allem Einflusse des Gefäßes entfernt war. Zur möglich größten Genauigkeit des Versuchs ist es erforderlich, in der Zwischenzeit der Beobachtungen das Zimmer zu verlassen, um nicht durch seine Gegenwart die Temperatur der Luft und die Fortschritte in der Abkühlung des Gefäßes zu modificiren; es ist nur nöthig, von Zeit zu Zeit in das Zimmer zu gehen, um den Zustand des Thermometers zu beobachten, welches entfernt durch ein fest angebrachtes Perspektiv geschehen kann; ja es ist sehr zweckmäßig, die Fensterladen in der Zwischenzeit der Beobachtungen geschlossen zu halten, um die Bewegung zu verhüten, welche die Wirkung des äußern Lichtes in der Luft erwecken könnte.

Auf diese Art wurden von dem Grafen v. Rumford mit zwey Gefäßen, die 4 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe hatten Versuche angestellt. Die Oberflächen ihrer Böden waren vollkommen gleich, aber die Seitenwände des einen unbedeckt, die des andern aber mit feiner Leinwand bekleidet, welche zum festen Anliegen an die Metalloberfläche angebracht war. Die Resultate dieses Versuchs sind in folgender Tabelle angegeben, in welcher

die Zeiten in Stunden und Sexagesimal-Minuten, und die Temperaturen in Fahrenheitschen Graden ausgedruckt sind:

Zeiten		Temperatur		Temper. der Luft	Zeiten		Temperatur		Temp. d. Luft
Stun.	Min.	Gefäß unbedeckt	Gefäß bedeckt		Stun.	Min.	Gefäß unbedeckt	Gefäß bedeckt	
10	10	126° ½	126°	43° ½	4	—	61° ¾	53° ½	34° ½
—	30	109½	106½	43½	—	30	59½	52	—
—	45	105	100½	43¾	5	30	57	49¾	42½
11	—	101⅛	94¾	44	6	—	55½	49⅛	—
—	2½	—	94	—	—	30	54¼	48¼	—
—	15	97½	90¼	—	7	—	53½	47½	42
—	30	94	86¼	—	8	—	51½	46½	—
—	39	—	84	—	9	—	50	45¾	—
—	45	91¼	82½	—	10	—	49	45	—
12	—	81½	79⅜	—	8	12 Mrz	43	42	40
—	15	85½	76	—		Die Instrumente wurden in ein geheiztes Zimmer gebracht			
—	25	84	—	—	8	2	43	42	62
—	30	—	74½	—	—	32	44¾	44¼	62½
—	45	80	70	—	—	47	46	46½	63
1	—	78	68⅛	—	9	24	48	49½	—
—	30	74¼	64¼	—	10	—	50	52	—
2	—	71⅛	61½	43¾	—	41	51½	53⅞	—
—	30	68⅛	58¾	3½	12	—	54	56½	—
3	—	65¾	56¾	—	12	26	54½	57	—
—	30	63½	54¾	—		Der Versuch wurde geschlossen.			

Hieraus erhellet, beym ersten Anblick, daß das mit Leinwand umhüllte Gefäß weit schneller, als das andere erkaltete, und daß überhaupt die Erkältung beyder Gefäße sehr ungleich ist. In Ansehung des unbedeckten Gefäßes ließ sich die Bemerkung machen, daß die Temperatur desselben in den ersten Augenblicken, wo sie viel höher, als die der umgebenden Luft war, sehr schnell abnahm; hierauf verzögerte sich ihr Sinken in dem Maaße, als dieser Ueberschuß kleiner ward, und es schien die strenge Gleichheit der Temperaturen eine Grenze zu seyn, welche nur im Unendlichen erreichet werden kann. Das Sinken des Thermometer im Apparat in einer unendlich kleinen Zeit läßt sich mit dem jedesmaligen Ueberschuß

seiner Temperatur über die der umgebenden Luft proportional setzen. Dies Gesetz wird auch bey der Erwärmung der Körper beobachtet, wenn ihre Temperatur niedriger als die der umgebenden Luft ist. Herr Biot α) hat daraus eine Formel abgeleitet, aus welcher sich im voraus bestimmen läßt, auf welchem Grade sich das Thermometer des Apparats in irgend einer Zeit befindet, sobald man nur die Grade kennt, welche es für zwey bekannte Zeitpunkte gezeiget hat. Schon Newton zeigte, daß zwey sich berührende Körper in jedem unendlich kleinen Augenblicke wechselseitig Wärmemengen mittheilen müßten, welche denen, die jeder besitzt, proportional wären. Dies Gesetz findet jedoch nur Statt, wenn die Temperatur der Körper nicht über 100° steigt. Durch eine zahlreiche Reihe von Versuchen, welche besonders De la Roche angestellt hat, wurde unwidersprechlich bewiesen, daß die von Newton angenommene Proportionalität in dem Maaße, als der Temperaturunterschied zunimmt, sich immer mehr von der Wahrheit entfernet. In diesem letztern Falle nämlich wächst der Verlust des wärmern Körpers in einer weit schnelleren Progression, als zu Folge jenes einfachen Verhältnisses der Fall seyn würde. Um das wahre Gesetz der Erkältung bey niedern und höhern Temperaturunterschieden aufzufinden, haben Petit und Dulong β) eine Reihe schöner Versuche angestellt. Wenn nämlich ein Körper im leeren Raum erkaltet, so wird seine Wärme durch Ausstrahlung gänzlich zerstreuet. Befindet er sich aber in der Luft oder in einer andern Flüssigkeit, so erkaltet er schneller, indem jetzt nicht blos durch Ausstrahlung sondern auch durch die Flüssigkeit Wärme fortgeführet wird. Es ist daher natürlich, diese beyden Wirkungen zu unterscheiden; und da sie aller Wahrscheinlichkeit nach verschie-

α) Traité de physique exper. To. IV. p. 620 sqq.

β) Annales de chimie et physique p. *Gay-Lussac* et *Arrago*. To. VII. p. 228 sqq. p. 337 sqq.

denen Gesetzen folgen, so muß eine jede für sich untersuchet werden.

Zu dieser Untersuchung bedienten sich Petit und Dulong der Quecksilberthermometer von 0,8 bis 2,6 Zoll Durchmesser; letztere faßten gegen drey Pfund Quecksilber. Durch vorgängige Versuche ergab sich, daß die Größe der Kugel auf das Verhältniß des Erkaltens keinen Einfluß habe, und daß dieses Verhältniß, wie beym Quecksilber, so auch beym Wasser, beym absoluten Alkohol und bey der Schwefelsäure, durch eine Temperaturreihe von 60° bis zu 30° der hunderttheiligen Skale immer dasselbe bleibe, so daß das Verhältniß der Geschwindigkeit des Erkaltens zwischen 60, 50, 40 und 30 sich ganz deutlich als völlig gleich zeigte. Sie ließen Wasser in einer zinnernen Schüssel und in einer Glaskugel erkalten und fanden, daß die Erkaltung in ersterer schneller vor sich gehe bey Temperaturen unter dem Siedpunkte; auf eine merkwürdige Art trat aber das Umgekehrte ein bey sehr großer Erhitzung: das Wasser in der zinnernen Schüssel erkaltete jetzt nämlich weit langsamer, als das in der Glaskugel befindliche. Ihre vorläufigen Versuche über das Erkalten des Wassers endigten sie mit drey zinnernen Gefäßen, von derselben Capacität; das erstere war eine Kugel, das zweyte und dritte Cylinder. Aus diesen Versuchen ergab sich dann, daß die Verschiedenheit der Gestalt auf das Gesetz des Erkaltens keinen Einfluß hat.

Zu Versuchen in leeren Raume diente ein Ballon aus Kupfer dünn gearbeitet und mit einem kurzen Halse zur Aufnahme des Thermometers versehen. Dieser Ballon wurde bis an den Rand in eine hölzerne Wanne voll Wasser getaucht, und darin durch Querstäbe festgehalten. Ein Ueberzug von Lampenruß im Innern des Ballons hinderte den Einfluß der Strahlung auf das Thermometer. Auf die Mündung des Ballons paßte genau eine angeschliffene und mit etwas Fett bestrichene Glasplatte, welche in der Mitte durchbort war und einen eingeschlif-

senen Glasstöpsel aufnahm, worin das Thermometer steckte. Ueber das Thermometer wurde eine glockenförmige Röhre gestürzt, die an die Glasplatte fest schloß. Von der Spitze dieser Röhre ging eine biegsame bleyerne Röhre zu der Glocke einer Luftpumpe; die Röhre stand aber auch durch eine Fortsetzung mit der Glocke einer pneumatischen Wanne in Verbindung, wodurch ein Gas zugeleitet und ein bestimmter gleichmäßiger Druck hervorgebracht werden konnte. Die Glocke hing dazu in einer Rolle. Die Fortsetzung der Röhre hatte ein Mittelstück mit salzsaurem Kali gefüllt, zur Austrocknung der Luftarten.

Wenn nun die Wasserwanne, worin der eingetauchte Ballon feststand, die angemessene Temperatur erhalten hatte, und das in der Glasplatte befestigte Thermometer fast bis zum Siedpunkte des Quecksilbers über einem Ofen erhitzt worden war, so setzte man es schnell auf die Mündung des Ballons. Durch die Zwischenröhre hing die Kugel bis in die Mitte des Ballons herab, indeß die Röhre der Skale ganz außerhalb blieb. Ueber die Skale wurde nun der enge Cylinder gestürzt, welcher schon vorher an die bleyerne Röhre geschroben war. Nach gehöriger Verkittung wurde mittelst der Luftpumpe die Luft ausgepumpt, die durch eine kleine Oeffnung neben dem Thermometer in der Glasplatte ihren Ausweg fand. Sollten die Versuche in Gasarten angestellt werden, so pumpte man zuerst die Luft heraus, ließ das Gas hinein, pumpte dies wieder aus, und ließ endlich das zum Versuch bestimmte Gas hinein, welches jetzt nur mit einer äußerst geringen Menge atmosphärischer Luft vermischt seyn konnte. Mittelst einer Sekundenuhr wurden die gleichen Zeiträume der Erkaltung abgemessen.

Bey der wirklichen Anstellung der Versuche war der leere Raum so vollkommen, daß höchstens nur ein Druck von 3 Millimeter übrig blieb. Um aber berichtigte Resultate für den völlig luftleeren Raum zu erhalten, wurden vorläufig Erkaltungsversuche in dem mit Luft gefüllten Ballon unter verschiedenem Drucke und bey verschiede-

nen Ueberschüssen der Temperatur, um daraus die Beschleunigung der Erkaltung, die von der Luft ausgeht, zu bestimmen. Wurde nun diese Beschleunigung von den im künstlichen Vacuo schon sehr genäherten Resultaten abgerechnet, so ergab sich die Erkaltung im völlig luftleeren Raume. Folgende Resultate wurden erhalten, wenn der Ballon mit Eis umgeben war:

Differenz der Temperatur des Thermometers und derjen. des Ballons	Entsprechende Geschwindigkeiten des Erkaltens
240° Cent. Th.	10,69
220	8,81
200	7,40
186	6,10
160	4,89
140	3,88
120	3,02
100	2,30
80	1,74

Die erste Columne, als eine arithmetische Progression, enthält die Temperaturdifferenz zwischen dem Ballon und dem Thermometer, d. i. die Temperatur selbst, weil der Ballon auf 0 Grad stand. Die zweyte Columne enthält die berechneten und berichtigten entsprechenden Geschwindigkeiten des Erkaltens. Diese Geschwindigkeiten werden ausgedruckt durch die Zahl der Grade, um welche das Thermometer in einer Minute fällt. Der bloße Anblick dieser Columnen zeigt schon ganz deutlich, daß das Newton-Richmann'sche geometrische Gesetz, nach welchem die Geschwindigkeit des Erkaltens bey 200° doppelt so groß als bey 100° seyn soll, falsch sey. Man findet dagegen, daß sie mehr als dreymal so groß, und sich wie 7,40:2,30 verhalte. Vergleichet man auf eine ähnliche Art den Verlust der Wärme bey 240° und bey 80°, so findet man erstern 6 mal größer als letztern, während er nach Richmann's Gesetz nur dreymal größer seyn soll. Aus diesen und andern ähnlichen Versuchen leiteten die Herrn Petit und Dulong folgendes Gesetz ab:

Wenn ein Körper im leeren Raum erkaltet, umgeben von einem Mittel, dessen Tempera-

tur beständig ist, so wächst die Geschwindigkeit der Erkaltung für die Ueberschüsse der Temperatur in arithmetischer Progression, wie die Ausdrücke einer geometrischen Progression, weniger einer gewissen Quantität.

Algebraisch ausgedruckt würde dies Gesetz des Erkaltens im leeren Raume in folgender Gleichung enthalten seyn: $V = m a^d (a^t - 1)$, wo d die Temperatur der den leeren Raum einschließenden Substanz bezeichnet, t aber angibt, um wie viel der im leeren Raume befindliche Körper über die denselben einschließende Substanz erhitzt sey. Die Verhältnißzahl a dieser Progression ist leicht für das Thermometer zu finden, womit die Erkaltung beobachtet worden ist. Denn wenn d um 20° Wärme zunimmt, während t dieselbe Temperatur behält, so findet sich die Geschwindigkeit des Erkaltens multipliciret mit der Zahl 1,165, welche von allen durch Versuche bestimmten Verhältnissen die mittlere ist. Man erhält dann

$$a = \sqrt[20]{1,165} = 1,0077.$$

Um die Richtigkeit dieses Gesetzes zu bestätigen, bleibt nur noch übrig, es mit den verschiedenen Reihen der vorhin mitgetheilten Tabellen zu vergleichen. In dem Falle nämlich, wo das umgebende Mittel eine Temperatur von 0° hat, muß man $m = 2,037$ setzen, und dann erhält man $V = 2,037\,(a^t - 1)$, wo $a = 1,0077$ ist:

Temperaturdifferenzen der Werthe von t.	Beobachtete Werthe von V.	Berechnete Werthe von V.
240°	10,96	10,68
220	8,81	8,89
200	7,40	7,34
180	6,10	6,03
160	4,89	4,87
140	3,88	3,89
120	3,02	3,05
100	2,30	2,33
80	1,74	1,72

Uebrigens hat nach der Zeit Herr Gay-Lussac *) durch sehr genaue Versuche gezeigt, daß bey der Ausdehnung und Zusammenziehung eines leeren Raums die Temperatur desselben sich nicht ändert, während in einem mit Luft angefüllten Raume durch eine Verdünnung oder Verdichtung der Luft sehr merkliche Thermometerveränderungen entstehen. Hieraus schließt Gay-Lussac, daß einem leeren Raume kein eigenthümlicher Wärmegehalt zukommen könne, und daß die Wärmeerscheinungen im leeren Raume nur das Resultat der durchstrahlenden Wärme sind.

Wenn die Erkaltung im leeren Raume bekannt ist, so darf man diese nur von der ganzen Erkaltung in einer Gasart abziehen, um die Wirkung, welche der Gasart allein zugehöret, zu erhalten. Um aber das Gesetz der Erkaltung in Gasarten, wo Körper von verschiedener Natur mit verschiedenartigen Gasen unter verschiedenem Druck und bey sehr abweichender Temperatur zusammentreffen können, zu erhalten, sind zahlreiche unter allen Umständen abgeänderte Versuche nothwendig. Aus einer sehr großen Menge solcher mit einander verglichener Versuche leiteten die Herrn Petit und Dulong folgendes Gesetz ab:

Die Schnelligkeit des Erkaltens eines Körpers hängt, inwiefern es von der bloßen Berührung eines Gases herrühret, für dieselbe Temperaturdifferenz von der Dichtigkeit und Temperatur der Flüssigkeit ab: dies ist auch noch dann der Fall, daß die Schnelligkeit des Erkaltens dieselbe bleibt, wenn die Dichtigkeit und Temperatur des Gases eine solche Veränderung erfahren, daß die Elasticität constant bleibt.

Bezeichnet man das Erkaltungsvermögen der Luft mit P unter dem Luftdrucke p, so wird dieses Vermögen un-

*) Annales de chimie et de physique 1820. März.

ter dem Drucke $2p = P(1,366)$; unter dem Drucke von $4p = P(1,366)^2$, und unter dem Drucke von $p.2^n = P(1,366)^n$. Setzt man $p.2^n = p'$ und $P(1,366)^n = P'$, so erhält man

$$\frac{\log. P' - la. P}{\log. (1,366)} = \frac{\log. p' - la. p}{\log. 2},$$ und daraus findet man

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0,45}.$$

Auf dieselbe Art wird man für den Wasserstoff erhalten $\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0,38}$

Für die Kohlensäure ist der Exponent 0,517, und für das ölbildende Gas 0,501, während es für die atmosphärische Luft 0,45 ist. Die letztern drey Zahlen weichen wenig von 0,5 oder $\frac{1}{2}$ ab; daher man sagen kann, daß sich in den luftförmigen Substanzen, zu welchen sie gehören, das Erkaltungsvermögen ziemlich gleich verhalte wie die Quadratwurzel der Elasticität. Uebrigens führen die Herrn Petit und Dulong noch an, daß bey Vergleichung dieses von ihnen aufgefundenen Gesetzes mit den Untersuchungen der Herrn Leslie und Dalton über diesen Gegenstand ein großer Irrthum in letztern sich vorfindet, indem sie Voraussetzungen annahmen, welche genauen Beobachtungen völlig widersprachen.

Bey Gelegenheit der Versuche, welche De la Roche angestellet hatte, um das von Newton angeführte allgemeine Gesetz der Mittheilung der Wärme näher zu prüfen, entdeckte er zugleich die wichtige Thatsache, daß der Verhältnißtheil strahlender Wärme, welcher durch eine Glasplatte hindurchgeht, in dem Maaße zunimmt, als die Wärme aus einem wärmern Körper ausströmt. Anfänglich ist dies unmerklich wenn der Körper nur eine niedere Temperatur besitzt, nimmt aber immer mehr zu, bis er in leuchtenden Zustand gerathen ist, und wächst selbst dann noch mit der Verstärkung seines Lichtes. Um genaue Resultate zu erhalten suchte De Laroche zuerst

sichere Mittel auf, damit ein und derselbe Körper nach und nach auf verschiedene feste Temperaturen erhoben werden könne; alsdann beobachtete er für jede dieser Temperaturen den erwärmenden Einfluß, welchen der Körper in der Entfernung auf ein befestigtes Thermometer oder auf Würfel schmelzenden Eises von bekannten Volumen äußerte, erst blos direct durch die Luft, dann durch die Luft und einen zwischen eingebrachten Glasschirm hindurch. Um aber das im letztern Falle erhaltene Resultat rein von dem zu erhalten, was sich auf Rechnung der eigenen Erwärmung und Stralung der Glasplatte schreiben ließ, stellte er einen dritten Versuch an, wobey er die erste Fläche dieses Glases schwärzte, wodurch alles directe Hindurchgehen unmöglich gemacht wurde, und die in diesem Fall auf das Thermometer beobachtete Wirkung von der beobachteten Totalwirkung abzog. Nach diesem Abziehen mußte ein Rest bleiben, welcher der Wirkung des Durchganges allein gewiß eher nachstand, als sie übertraf; und demungeachtet zeigte dieser Rest mit der Totaldifferenz der Temperaturen des warmen Körpers und des Thermometers verglichen, eine Zunahme in so schnell steigenden Verhältnisse. Von allen Versuchen, welche De Laroche anstellte, ist der sicherste und überzeugendste folgender. Durch Anbringen von Blendungen ermittelte er, daß beständig nur so viele Wärmestrahlen zum Thermometer gelangen konnten, daß die Wirkung auf dieses Instrument durch die Luft allein hindurch bey verschiedenen Temperaturen sich gleich blieb: er ermittelte diese Gleichheit durch Versuche aus. Wäre nun das Verhältniß, in welchem der Wärmestoff durch das Glas hindurch geht, beständig gewesen, so hätte sich dieselbe Gleichheit der Wirkungen auch noch zeigen müssen, wenn man einen Glasschirm auf den Weg der Strahlen gebracht hätte, nach Abzug des kleinen Theils der Wirkung, der auf Rechnung der eigenen Erwärmung dieser Platte kommt. Im Gegentheil aber nahm der Verhältnißtheil Wärme, der durch den Schirm hindurchging, rasch zugleich mit

der Temperatur der Quelle zu, obgleich die directe Wirkung durch die Luft allein hindurch sich in allen diesen Fällen gleich blieb. Es ist dies ohne Zweifel eine Folge dieser Eigenschaft, daß die Wärme der Sonnenstralen ungleich weniger bey ihrem Durchgange durch das Glas geschwächt wird, als die, welche von brennenden irdischen Körpern ausgeht; und es wird hiedurch sehr wahrscheinlich, daß die Temperatur der Sonne eine unendlich höhere Intensität besitzt, als alle die Temperaturen, welche wir hervorbringen können.

De Laroche hat auf diese Art noch einen andern merkwürdigen Satz festgestellt, daß nämlich die Wärmestrahlen, welche senkrecht durch eine erste Glasplatte hindurchgegangen sind, dadurch verhältnißmäßig geeigneter worden sind, durch eine zweyte hindurch zu gehen; denn das durch die erste Platte hindurchgegangene Bündel erfährt beym Durchgang durch die zweyte einen weit geringern Verlust. Die Beweise dieser Thatsache erhält man durch dieselben Verfahrungsarten, welche für eine einzige Statt finden. Man hat hieraus den Schluß gezogen, daß die Wärmestrahlen, welche durch das erste Glas hindurch gegangen sind, entweder eine gewisse eigenthümliche Beschaffenheit besitzen, oder daß sie durch dieselbe in einen der Polarisation ähnlichen, Zustand versetzt werden, welcher sie geeigneter macht, durch eine andere Platte hindurchzugehen.

Endlich hat auch De Laroche mittelst der nämlichen Verfahrungsarten vergleichungsweise die Quantitäten strahlenden Wärmestoffs gemessen, welche durch Glasplatten von verschiedenen Dicken hindurchgehen, wenn sie unter gleichen Umständen dem Einfluß eines und desselben warmen Körpers ausgesetzt werden; und gefunden, daß die größere Dicke das Durchgehen in einem beträchtlichen Verhältnisse schwächte, so daß die Vortheile einer vollkommenern Durchsichtigkeit dadurch aufgewogen ja selbst überwogen zu werden vermöchten. Eine 1,7 Millimeter dicke Platte von gewöhnlichem Glase ließ weit mehr Wär-

mestoff hindurch, als eine Tafel von sehr schönem Glase von 9 Millimeter Dicke.

Diese neuesten von De Laroche gemachten Entdeckungen geben schönen Stoff zu weitern Untersuchungen, aus welchen wahrscheinlich mehre noch unbekannte Modifikationen des Wärmestoffs hervorgehen werden, wenn die Physiker denjenigen Weg verfolgen, welcher ihnen von De Laroche ist eröffnet worden.

Ueber das Ausstrahlen des Wärmestoffs haben in den neuern Zeiten die Herrn Leslie [α]) und v. Rumford [β]) sehr scharfsinnige Untersuchungen angestellt, und ersterer machte dabey auf die Wirkung, welche von der Natur der Oberfläche der Körper auf die Vertheilung der Wärme abhängt, zuerst aufmerksam. Leslie gebrauchte zur Anstellung seiner Versuche einen einzigen parabolischen Hohlspiegel, welcher ungefähr 14 Zoll im Durchmesser hatte, und in einem hölzernen Gestelle aufrecht stand. Die Körper, welche die Wärme ausstrahlten, waren kleine zinnerne hohle Würfel von drey bis zehn Kubikzoll Inhalt; diese wurden mit heißem Wasser angefüllt, und von dem Hohlspiegel wenige Fuße entfernt aufgestellt. Dadurch, daß die Seitenflächen mit verschiedenen Substanzen oder Stoffen belegt, und auf mancherley Art modificirt wurden, ließ sich auf eine leichte Art der Einfluß, welchen die Natur und Beschaffenheit der Oberflächen auf die strahlende Wärme hat, bestimmen. Um die Wirkung bey diesen Versuchen zu messen, diente das Differenzialthermometer. Ein kleiner zinnerner Würfel wurde mit kochendem Wasser gefüllt, und vor dem Spiegel in einer Entfernung von einigen Fußen gestellt, während eine der Kugeln des Differenzialthermometers sich im Brennpunkte des Spiegels befand. Dieses zeigte sogleich eine Erhöhung der Temperatur an.

α) Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten ꝛc. übersetzt von Brandes. Breslau 1823. S. 20 ff.

β) Philosoph. Transact. for 1804. p. 109 ff.

Um die Wirkung, welche die Oberflächen der Körper auf das Strahlen der Wärme haben, mit Genauigkeit zu messen, bestrich Leslie die Seite eines Würfels mit Lampenschwärze, überzog eine andere mit Schreibpapier, bedeckte die dritte mit einer Glastafel, und ließ die vierte völlig unbelegt. Als der Würfel mit kochendem Wasser angefüllt war, wurde zuerst die geschwärzte Seite dem Spiegel gegenübergestellt; das Differenzialthermometer stieg um 100 Grade seiner Skale. Die mit Papier belegte Seite verursachte ein Steigen von 98 Grade; die mit Glas belegte Fläche von 90 Graden; und die metallene Oberfläche brachte nur ein Steigen von 12 Graden hervor. Diese Zahlen drucken daher das verschiedene Vermögen der angeführten Substanzen aus, den Wärmestoff auszustrahlen, indem, ungeachtet eine jede Fläche einerley Temperatur besitzen mußte, die Menge des ausgestrahlten Wärmestoffs verschieden war. Folgende Tafel giebt einen allgemeinen Ueberblick der Resultate, welche mit verschiedenen Ueberzügen erhalten wurden:

Lampenschwarz . . .	100
Wasser nach Schätzung . .	100 +
Schreibpapier	98
Harz	96
Siegellack	95
Krownglas	90
Chinesische Tusche . . .	88
Eis	85
Mennige	80
Graphit	75
Hausenblase	75
An der Luft glanzlos gewordenes Bley	45
Quecksilber	20 +
Glänzendes Bley	19
Polirtes Eisen	15
Verzinntes Eisenblech . . .	12
Gold, Silber, Kupfer	12

Aus dieser Tafel erhellet, daß die Metalle in einem weit geringern Grade Wärme ausstrahlen, als andere

Substanzen, und daß zinnerne Gefäße unter den metallischen Körpern, mit welchen Versuche angestellet wurden, dieses Vermögen in einem besonders niedrigem Grade besitzen. Das ausstrahlende Vermögen des Lampenschwarz übertrifft, das von diesem Metalle mehr als achtmal, und Kronglas 7,5 Mal.

Selbst bey einerley Substanz wird das ausstrahlende Vermögen durch geringe Abänderungen an der Oberfläche bedeutend verändert. Das ausstrahlende Vermögen der Metalle ist weit geringer als das anderer Körper. Der Glanz und die Glätte ihrer Oberflächen ändern aber dies Vermögen gar sehr ab. Wird das Metall der Luft ausgesetzt glanzlos, welches der Umfang einer Oxydation ist, so wird sein ausstrahlendes Vermögen bedeutend vermehrt. Aus voriger Tabelle sieht man, daß das ausstrahlende Vermögen beym glänzenden Bley nur 19 ausmacht, bey glanzlos gewordenem Bley aber 45.

Wird die Glätte an der Oberfläche eines Metalles durch Scheuern vernichtet, so vermehret sich sein strahlendes Vermögen. Wenn ein zinnernes Gefäß mit Sandpapier nach einerley Richtung gescheuert, so steigt sein Ausstrahlungsvermögen auf 22, da es vorher nur 12 war. Durchs Scheuern dieses Gefäßes übers Kreuz aber wird dies Vermögen wieder um etwas vermindert.

Wenn bey einerley Fläche und gleicher Temperatur der Abstand vom Differenzialthermometer verschieden war, so schien das ausstrahlende Vermögen im Verhältnisse des Abstandes abzunehmen, so daß der doppelte Abstand die Hälfte, und der dreyfache den dritten Theil der anfänglichen Wärmeeinwirkung auf das Thermometer und auf andere Körper zur Folge hat. Einige seiner Versuche schienen jedoch dies einfache Gesetz nicht zu bestätigen. Ueberdieß fand Leslie, daß, wenn er Würfel von verschiedener Größe anwendete, und sie in solche Abstände brachte, daß sie insgesammt denselben Winkel mit dem Spiegel machten, alsdenn die Wirkung

eines jeden auf das Differenzialthermometer beynahe gleich war.

So erhob ein Würfel

von 3 Zoll und 3 Fuß Entfernung das Thermometer auf	50°
= 4 = = 4 = = = = = = =	54°
= 6 = = 6 = = = = = = =	57°
= 10 = = 10 = = = = = = =	59°

Aus diesen Versuchen erhellet, daß die Wirkung des Würfels auf das Thermometer beynahe mit dem Winkel im Verhältniß stehe, den es damit macht, und eben so, daß die von dem Würfel ausstrahlende Wärme keine merkliche Veränderung bey ihrem Durchgange durch die Luft erleide.

Obgleich die Wärme von einem erhitzten Körper nach allen Richtungen ausstrahlet, so zeigten doch die Versuche, daß das Ausstrahlen in der auf der Oberfläche des erhitzten Körpers senkrechten Richtung am häufigsten erfolge, und daß die Wirkung abnimmt, wenn der Würfel in eine gegen den Spiegel schiefe Richtung gestellet wird; diese Abnahme steht selbst mit der Schiefe des Würfels im Verhältniß. Vielfache Versuche dieser Art haben dem Herrn Leslie gezeigt, daß in allen Lagen die Wirkung mit dem optischen Winkel, unter welchen der Würfel vom Spiegel ausgesehen wird, im Verhältniß stehe. Daher ist die Wirkung der erhitzten Oberfläche dem Sinus seiner Neigung gegen den Spiegel proportional.

Das weit größere ausstrahlende Vermögen verschiedener Flächen gegen das der Metallfläche ist schon bey ganz gewöhnlichen Versuchen merklich. Wird nämlich eine gewöhnliche Glasflasche oder ein Porzellantopf mit kochendem Wasser gefüllt, so bemerkt man, indem man die flache Hand nahe bringt, schon in der Entfernung von 1 bis 2 Zoll von der erhitzten Oberfläche eine angenehme Wärme; aber ein ebenfalls mit kochendem Wasser angefülltes silbernes Gefäß läßt, wenn man sich der Ober-

fläche nähert, kaum einige Wärme empfinden, bis man fast das Metall schon berührt.

Wurde eine Silberkugel nur mit dem dünnsten Goldschlägerhäutchen bedeckt, dessen Dicke nicht über $\frac{1}{3000}$ Zoll betrug, so vermehrte sich das Ausstrahlungsvermögen von 1 auf 7; wurde ein zweytes hinzugefügt, so nahm es von 7 bis zu 9 zu, und so ging es fort, bis fünf Bekleidungen angebracht waren, wobey das Ausstrahlungsvermögen am stärksten geworden, und bis auf 10 gestiegen war. Uebrigens bleibt das Ausstrahlen der Wärme ganz ungeändert, die Luft mag auch noch so stark in Bewegung seyn.

Ueberhaupt gibt es nach allen Beobachtungen gar keinen Körper, welcher nicht Wärme ausstrahlen sollte. Selbst Eis bey 32° Fahr. welches dem Gefühlsorgane so kalt erscheint, kann Wärme ausstrahlen, wenn man es in ein Zimmer bringt, wo die Temperatur der Luft auf 0° Fahr. steht; und eine Masse schmelzendes Eis vor einem Hohlspiegel gebracht, wird die Thermometerkugel eben so, wie der Würfel mit heißem Wasser, afficiren. Eine Mischung von Schnee und Salz zu 0° Fahr. wird eben so ein warmer Körper werden, wenn man sie in eine Temperatur von — 40° Fahr. bringt. In allen diesen Erscheinungen, ja selbst in unsern Empfindungen nehmen wir nichts Absolutes wahr, sondern bloße Differenzen. Daher kann man annehmen, daß alle Körper bey jeder Temperatur Wärme ausstrahlen, nur ist, je nach der Natur der Oberfläche und der Temperatur derselben, die Intensität der ausgestrahlten Wärme verschieden. Die Beständigkeit der Temperatur eines Körpers besteht in der Gleichheit der Quantitäten strahlender Wärme, die er in einerley Zeit ausgibt und einnimmt; und die Gleichheit der Temperatur zwischen mehren Körpern, welche aufeinander durch ihre gegenseitige Ausstrahlung Einfluß äußern, besteht in der vollkommenen Ausgleichung der momentanen Austauschungen, welche zwischen einem dieser Körper und allen Statt finden.

Aber dieselben Eigenschaften, welche eine Oberfläche fähig machen, Wärme auszustrahlen, machen sie auch fähig unter andern Umständen die Eindrücke derselben aufzunehmen. So wie eine Glasoberfläche ihre Wärme reichlich ausstrahlet, so nimmt sie auch, der heranströmenden Wärme ausgesetzt dieselbe mit ganzer Kraft auf; und so wie eine polirte Metallfläche nur langsam ihre Wärme abgibt, so nimmt sie auch von der zuströmenden Wärme nur wenig auf, und wirft alle übrige zurück. Die Kräfte der Oberfläche, Wärme auszustrahlen, und solche aufzunehmen, sind daher einander entgegengesetzt. Die unbedeckte Kugel eines Thermometers in der Nähe eines Gefäßes mit heißem Wasser, zeigt einen sehr merklichen Zufluß von Wärme, aber mit Zinnblatt belegt oder vergoldet wird das Thermometer kaum einige Wärme zeigen. Hieraus erkläret sich auch, warum ganz dünner glänzender Stanniol einen vollkommenen Feuerschirm gibt, so undurchdringlich für die Hitze, daß man es mit einer Maske, die mit solchem Stanniol überzogen ist, ohne den geringsten Nachtheil wagen kann, das Gesicht der Flamme eines Glashüttenofens auszusetzen.

Setzt man ein Blatt Papier der strahlenden Wärme in der Luft entgegen, so nimmt dieses den ganzen Eindruck auf, eine Glasscheibe dagegen wirft etwa $\frac{1}{10}$ zurück, und eine polirte Silberplatte $\frac{9}{10}$ und nimmt nur $\frac{1}{10}$ auf. Bedeckt man dagegen die Metallfläche mit einem Häutchen von $\frac{1}{3000}$ Zoll Dicke, so werden nur noch $\frac{3}{10}$ zurückgeworfen, und das übrige zur Erwärmung des Körpers aufgenommen; fügt man mehrere Bedeckungen hinzu, so daß die ganze Bekleidung $\frac{1}{500}$ Zoll stark wird, so nimmt die zurückgeworfene Wärme fast bis auf nichts ab. Daher ist die Sammlung von Wärme und Kälte im Brennpunkte eines Metallspiegels sehr auffallend, statt daß ein Glasspiegel eben die Wirkung nur höchst schwach zeigt.

Die verschiedene Wirkung der Glasfläche und der Metallfläche beym Ausstrahlen der Wärme und beym Auf-

nehmen der strahlenden Wärme kann man durch folgenden leichten Versuch zeigen. Man nehme eine Glasplatte von etwa 4 Zoll ins Gevierte und belege einer ihrer Seiten zur Hälfte mit Zinnfolie; hält man alsdann diese Platte mit der zum Theil belegten Seite einige Sekunden dem Feuer ziemlich nahe, so fühlt man hinter der Metallbedeckung kaum einige Erwärmung, während die Wärme des freyen Theils sehr merklich ist. Verfährt man mit der Stellung der Glasplatte umgekehrt, so daß die unbedeckte Seite dem Feuer zugekehret ist, so bemerkt man einen entgegengesetzten, obgleich weniger auffallenden Unterschied, nämlich die Metallbedeckung wird merklich wärmer, als der unbedeckte Raum, weil die aufgenommene Wärme an der innern Oberfläche der Belegung sich anhäuft. Im letztern Falle ist der Unterschied der Temperatur, welche hervorgebracht wird, beynahe das Doppelte, im ersten Falle dagegen beynahe das Zehnfache. Wirkungen ähnlicher Art, eben so einander gegenüberstehend, obgleich weniger erheblich, erhält man, wenn man jene theils belegte Glasplatte mit einem dünnen Häutchen bedeckt; die bloße Nähe des Metalls schwächt die Verschluckung, so wie die Ausstrahlung der Wärme.

Man sieht aus diesen Versuchen, daß das Vermögen auszustrahlen und Wärme zurückzuwerfen einander entgegengesetzt sind. Diejenigen Flächen, welche ein vorzügliches Vermögen besitzen, Wärme auszustrahlen, werfen dieselbe im geringen Maaße zurück, hingegen findet sich bey denjenigen Flächen, welche ein geringes Ausstrahlungsvermögen haben, eine bedeutende Ausstrahlung.

Das Wärmeausstrahlen an einer geschwärzten Oberfläche ist sehr stark, hienächst folgt in dieser Wirkung die Glasfläche, und das geringste Vermögen, Wärme auszustrahlen, findet sich an den Oberflächen polirter Metalle, während in Hinsicht des Vermögens die Wärme zurückzuwerfen genau die umgekehrte Ordnung Statt findet.

Um die relative Intensität des zurückwerfenden Vermögens verschiedener Substanzen in Rücksicht der Wärme

vergleichen zu können, stellte Leslie dünne Platten aus den zu untersuchenden Substanzen vor dem Haupt-Reflektor, und näher an ihn, als an den eigentlichen Brennpunkt desselben. Es erfolgte eine neue Zurückwerfung der Wärme, und die Strahlen sammelten sich in einem Brennpunkte, der dem Spiegel um so viel näher, wie die Platte lag, als der alte Brennpunkt weiter entfernt war.

Folgende Tafel gibt das Vermögen verschiedener Substanzen, die Wärme zurückzuwerfen, an:

Messing	100
Silber	90
Stanniol	85
Blackzinn	80
Stahl	70
Bley	60
Stanniol durch Quecksilber erweicht .	10
Glas	10
Glas mit Wachs oder Oel überzogen	5

Wurde die Politur des Spiegels dadurch aufgehoben, daß man ihn mit Sandpapier rieb, so verminderte sich auch seine Wirkung sehr. Wurde ferner dem Reflektor ein Ueberzug von irgend einer Materie von verschiedenen Graden der Dicke gegeben, so ergaben sich folgende Resultate:

Die Wirkung des unbelegten Reflektors war 127

Dicke der Schichte		Wirkung
$\frac{1}{400000}$ Zoll	. .	98
$\frac{1}{100000}$ —	. .	93
$\frac{1}{50000}$ —	. .	87
$\frac{1}{20000}$ —	. .	61
$\frac{1}{10000}$ —	. .	39
$\frac{1}{5000}$ —	. .	29
$\frac{1}{2000}$ —	. .	21
$\frac{1}{1000}$ —	. .	15

Hieraus erhellet, daß die Intensität des Zurückwerfens des Wärmestoffs im umgekehrten Verhältnisse mit dem Vermögen desselben, Wärme auszustrahlen, stehe. Leslie zeigte ferner, daß hiebey nur die vordere Fläche des Spiegels wirksam

sey. Denn bediente er sich zu diesen Versuchen eines Glasspiegels, so veränderte sich das Vermögen desselben nicht, wenn die Belegung von der hintern Fläche abgeschabt, oder die hintere Fläche mit Sand oder Schmirgel gescheuert wurde.

Leslie untersuchte auch, welchen Einfluß die verschiedenen Mittel, in welchen das Ausstrahlen der Wärme Statt findet, auf diese Erscheinung haben können. Das gewöhnliche Mittel, durch welches die ausstrahlende Wärme hindurch geht, ist die atmosphärische Luft. Bey seinen Versuchen fand Leslie, daß kein bemerkbares Ausstrahlen Statt findet, wenn der Würfel, der Spiegel und das Differenzialthermometer in Wasser getauchet sind. Hieraus leitet er die Folge ab, daß, wenn ein Ausstrahlen der Wärme erfolgen soll, der ausstrahlende Körper mit einer luftförmigen Flüssigkeit umgeben seyn müsse. In allen gasförmigen Substanzen, in welchen er Versuche anstellte, fand ein Ausstrahlen der Wärme Statt, und es schien nicht, daß auf das Verhältniß des Ausstrahlens die Abänderung des umgebenden Mittels einen sehr bedeutenden Einfluß habe. Wenigstens wurde bey atmosphärischer Luft und Wasserstoffgas kein Unterschied wahrgenommen; ja auch Sauerstoff- und Stickstoff-Gas schienen sich in dieser Hinsicht nicht von der atmosphärischen Luft zu unterscheiden.

Wurde die Luft verdünnt, so fand Leslie, daß das Vermögen der Oberfläche Wärme auszustrahlen etwas vermindert wurde; und daß es in verschiedenen Gasarten in verschiedenen Verhältnissen abnahm. In folgender Tabelle, welche Leslie aus seinen Versuchen berechnet hat, ist die Verminderung des Ausstrahlungsvermögens in atmosphärischer Luft und in Wasserstoffgas bey verschiedenen Graden der Verdünnung angezeigt:

Verdünnung	Atmosphär. Luft Ausstrahlen des Glases	Metalles	Wasserstoffgas Ausstrahlen des Glases	Metalles
1	5714	714	5714	714
2	5519	690	5584	698
4	5332	667	5456	682
8	5150	644	5331	666
16	4975	622	5210	651
32	4805	601	5091	637
64	4641	580	4974	622
128	4483	560	4861	608
256	4331	542	4750	594
512	4183	523	4641	580
1024	4041	505	4538	567

Aus allen diesen angeführten Versuchen zieht Leslie die Folge, daß der ausstrahlende Wärmestoff unvermögend sey, durch feste Körper hindurch zu gehen, und schließt ferner, daß die Ursache, welche diese Wirkung hervorbringt, nicht Licht oder eine feine mit großer Geschwindigkeit in geradenen Linien fortgestoßene Flüssigkeit sey, sondern daß lediglich die umgebende Luft als Fortpflanzungsmittel diene. Die Luft müsse nämlich, ohne ihre Stelle zu ändern, durch eine Art wellenförmiger Bewegung die Wärme verbreiten, auf eine ähnliche Art, wie sie den Schall fortpflanze. Die Lufttheilchen unmittelbar an der Oberfläche der Körper nähmen von dieser Wärme etwas auf, dehnten sich aus und fingen so die Zitterungen an; wenn sie sich nun wieder zusammenzögen, so gebe diese ganze Lufthülle seinen Wärmeüberschuß an die zunächst vorliegenden Theilchen, die sich nun ausdehnten, und so die Wärme verbreiteten. Diese vibrirenden Eindrücke würden nicht in gerader Linie fortgeführt, sondern jede nachfolgende Zitterung strebe, wie beym Schalle, eine gleiche Zerstreuung zu gewinnen. Hindernisse verschiedener Art könnten daher gar wol erhebliche Ablenkungen der Wärme von ihrem Wege bewirken. Daher komme es, daß, wenn man Pappringe in Form eines hohlen Horns, wie man das Füllhorn bilde, zusammensetze, und die weite Oeffnung dieses Horns in einiger

Entfernung dem Feuer gegenüberstelle, sich in der engen Oeffnung, ungeachtet der Biegungen des Rohrs eine angehäufte Wärme zeige; — vermuthlich auf eine ähnliche Weise, wie Wellen, die von einer offenen Rhede in einen engen Hafen strömen, nun zusammengedrängt und seitwärts gebeugt, ohne zurückgeworfen zu werden, furchtbare Wogen bildeten.

Dieselbe Art von Zitterungen oder Pulsationen machte nun ebenfalls die Atmosphäre fähig, auch die Eindrücke der Kälte fortzupflanzen. Die an einer kalten Fläche anliegende Luft werde plötzlich erkaltet, leide eine Zusammenziehung und bringe so eine Kette von Pulsationen hervor. Dieser Zusammenziehung folge sogleich eine Ausdehnung, welche der nächsten Schichte, die sich jetzt im Zustande der Zusammenziehung befinde, Wärme entziehe, und die scheinbare Kälte oder vielmehr die Wärme-Entziehung pflanze sich nun in immer erweitertem Umfange fort. Die Kraft der Fortpflanzung hange auch hier von der Natur der Oberfläche ab, welche diese Einwirkung leide. Daher fühle man schon in einiger Entfernung die Kälte eines mit Eis oder noch besser mit Schnee und Salz gefüllten Porzellanbechers, statt daß ein silbernes Gefäß, mit eben der Mischung gefüllt, die ihm genäherte Hand nicht eher abkühle, bis es ganz mit Thau bedeckt sey, und also keine reine metallische Fläche mehr darbiete.

Die Erscheinungen, daß bey ein und derselben Temperatur, verschiedene Oberflächen verschiedene Mengen von Wärmestoff ausstrahlen, erkläret Leslie aus der mehr oder minder vollkommenen Berührung dieser Flächen mit der atmosphärischen Luft. Diejenigen, welche von der Luft am genauesten berühret werden, werden dem zu Folge ihr die größte Menge Wärmestoff, oder am schnellsten mittheilen, und es wird demnach scheinen, als wenn das Ausstrahlen des Wärmestoffs bey einer bestimmten Temperatur aus ihnen am schnellsten erfolge. Aus demselben Grunde werden dergleichen Oberflächen auch

die Eigenschaft besitzen, den strahlenden Wärmestoff am begierigsten in sich zu nehmen.

Endlich erkläret hieraus Leslie auch die Wirkung von Schirmen, welche zwischen den heißen Körper und den Spiegel gestellet werden; diese halten nämlich stets einen Theil der ausstrahlenden Wärme auf, indem sie die Kette der Pulsirungen unterbrechen. Da sie aber bis zu einer gewissen Ausdehnung vermögen, die atmosphärische Luft in diesen Zustand zu versetzen, so pflanzen sie diese Pulsirungen noch zum Theil fort, und diejenigen werden dieses bis zu dem größten Umfange thun, welche am geschicktesten sind, ursprünglich dergleichen wellenförmige Bewegungen zu erregen.

Gegen diese Erklärung der Phänomene, welche die ausstrahlende Wärme der Oberflächen verschiedener Körper hervorbringt, sind verschiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht worden, und vorzüglich scheinen die Gesetze des Erkaltens der Körper im leeren Raume, welche Dulong und Petit begründet haben, Leslie's Hypothese gänzlich zu zernichten. Ja folgender sehr sinnreiche Versuch des Herrn H. Davy scheint hinreichend zu seyn, dieselbe als unstatthaft zu betrachten. Ha. Davy hatte nämlich einen Apparat verfertiget, durch welchen Platindraht in irgend einem elastischen Mittel, oder im leeren Raume, erhitzt werden konnte, und durch welchen man zugleich die Wirkungen der Ausstrahlung vermöge zweyer Spiegel deutlich darstellen konnte, während die Wärme durch eine Volta'sche Batterie erregt wurde. Bey mehren Versuchen, wo dieselben Kräfte angewendet wurden, den Draht glühend zu machen, ergab es sich, daß die Temperatur eines Thermometers, wenn die Luft im Recipienten um das 120fache verdünnt worden war, dreymal höher stieg, als wenn die Luft sich in ihrem natürlichen Zustande der Verdichtung befand. Die Berührung verdünnter Luft bewirkte eine weit geringere Erkältung, als die der gewöhnlichen Luft; denn der Platindraht glühete im erstern Falle weit heftiger als im

letztern, durch welchen Umstand vielleicht der Versuch nicht als vollkommen entscheidend zu betrachten ist. Allein die Resultate scheinen für die Annahme zu sprechen, daß die Wärmeausstrahlung der Erde von keinen Bewegungen oder Affectionen der Atmosphäre abhängig ist. Die Fläche der beyden Spiegel wurde parallel zum Horizonte gestellt, während der glühende Körper in den Focus des obern und das Thermometer in den des untern Spiegels gestellt war. Es erhellet, daß eine verminderte Dichtigkeit des elastischen Mittels, ungefähr ums 120-fache, nach Leslie's Ansichten eine weit geringere Temperatur, nicht aber eine dreyfache Vermehrung derselben, wie es wirklich der Fall war, im untern Focus hätte hervorbringen müssen, wenn man auch für die, in Folge der Erkaltungskraft der atmosphärischen Luft, verminderte Intensität des Glühens alles in Anschlag bringt. Die Versuche mit Schirmen von Glas, Papier u. s. w. welche Leslie zur Unterstützung seiner Schwingungshypothese anführet, sind seitdem mit den oben angeführten Versuchen des De la Roche über Schirme zusammengestellt worden. Durch mannigfaltige Vervielfachung dieser Versuche erhielt letzterer Resultate, die sich nicht mit Leslie's Ansichten vertrugen, vielmehr für eine genaue Verbindung von Licht und Wärme sprachen.

Diejenigen Versuche, welche der Graf v. Rumford über diesen Gegenstand angestellet hat, stimmen mit denen von Leslie in den Hauptpunkten überein. Er fand, daß eine polirt metallische Oberfläche weit weniger Wärme ausstrahlet, als bey derselben Temperatur eine metallene Fläche, welche geschwärzt worden. Nach seinen Versuchen besitzen verschiedene Metalle bey einerley Temperatur auch ein gleiches Ausstrahlungsvermögen, welches jedoch nach Leslie's Versuchen der Fall nicht ist.

Nach Rumford strahlen thierische Substanzen, z. B. thierische Häute, eine weit größere Wärmemenge aus, welche 25 Mal größer ist, als die von einer metallenen Oberfläche bey derselben Temperatur ausgestrah-

let wird. Zugleich fügt er auch die allgemeine Bemerkung hinzu, daß bey diesen Körpern das Vermögen Wärme aufzunehmen und auszustrahlen in demselben Verhältnisse stehe.

Aus den angeführten Versuchen lassen sich manche Vortheile bey der Benutzung der Wärme ziehen. Gefäße mit glänzend metallischer Oberfläche sind am geschicktesten, um Flüssigkeiten warm und um sie kalt zu erhalten. Ein silbernes Gefäß läßt kaum halb so viel Wärme verloren gehen, als ein Gefäß von Porzellan, und der leichteste Ueberzug mit Gold, Platina und Silber, wodurch die Porzellane einen Metallglanz erhalten, bewirkt, daß sie etwa um ein Drittheil mehr die Wärme in sich zurückhalten. Aus diesem Grunde muß Küchengeschirr an denjenigen Theilen, welche Wärme zu empfangen bestimmt sind, geschwärzt, nicht polirt seyn. Die erhitzten Oberflächen von Oefen und Feuerbehältern, welche eine beträchtliche Menge Wärme auszustrahlen haben, sollten nicht aus Metallen, sondern aus erdigen oder steinartigen Materialien erbauet werden.

Eben so müssen Röhren, welche Wasserdunst oder erwärmte Luft zum Heizen der Zimmer fortleiten sollen, an denjenigen Stellen, wo die Ausstrahlung der Wärme nicht Statt haben soll, polirt seyn; an denjenigen Stellen hingegen, wo sie die Wärme mitzutheilen bestimmt sind, mit Lampenschwarz, Graphit, oder überhaupt mit irgend einer Materie überzogen werden, welche die Wärme stark ausstrahlt.

Es ist eine schon längst bekannte Erfahrung, daß Thee in einer silbernen Kanne stärker wird, als in einer thönernen; gießt man aber zum zweyten Male Wasser auf, so wird der Thee in der thönernen Kanne stärker seyn, als in der silbernen. Aus diesem Grunde zieht man thönerne vor. Metallene Gefäße nämlich, besonders wenn sie polirt sind, strahlen weniger Wärmestoff aus, halten daher eine größere Menge von demselben zurück als thönerne, mithin wird das Wasser im erstern länger

heiß bleiben, und daher den Thee vollständiger auszie-hen; da aber auf solche Art weniger ausziehbare Theile im Thee übrig bleiben, so werden natürlich die folgenden Aufgüsse schwächer seyn müssen.

Durch das Ausstrahlen und Aufnehmen der Wärme, welches bey verschiedenen Körpern bey einerley Temperatur an ihren Oberflächen sich so verschieden zeiget, erkläret Herr Wells die Erscheinungen des Thaues. M. s. den Artikel: Thau. Daß überhaupt eine Austauschung der Wärme Statt finde, geht aus dem Verhalten hervor, welches zwischen einem Theile des Himmels und der Temperatur der darunter liegenden Erdfläche besteht. Als Wells im Herbst 1811 ein Thermometer auf bethauetes Gras legte, und ein zweytes 2 Fuß über dem Boden in der Luft aufhängte, so fand er, daß nach einer Stunde das erstere um 8° tiefer als das letztere stand. Anfänglich betrachtete er diese Kälte der Oberfläche als eine Wirkung der Ausdünstung der Feuchtigkeit, allein spätere Versuche und Beobachtungen überzeugten ihn, daß die Kälte nicht die Wirkung, sondern vielmehr die Ursache des Thaufallens sey. Unter einem unbewölkten Himmel strahlt die Erde ihre Wärme ohne Ersatz in den Himmelsraum aus; aber eine Wolkenschicht ist ein Hohlspiegel, welcher das Gleichgewicht durch Gegenausstrahlung herstellt.

Nach diesem Grundsatze gab D. Wollaston die Einrichtung eines sinnreichen Instrumentes an, welches Leslie mit dem Namen eines Aethrioskops belegte, und welches dazu dient, die Heiterkeit und Kälte des Himmels anzugeben. Es besteht dasselbe aus einer polirten Metallschaale, von länglicher sphäroidischer Gestalt und ähnlich einem silbernen Trinkbecher. In der Axe der Schaale befindet sich die Kugel eines Differenzialthermometers, und die Röhre desselben liegt parallel zum Fuße der becherförmigen Schaale. Die andere Kugel ist vergoldet, und auswärts und aufwärts gedrehet, so daß sie an der Seite des Gefäßes ruht. Die feste Form des Bechers

ist eine Ellipsoide, deren Eccentricität gleich ist der Hälfte der Queraxe, so daß mithin der Focus im dritten Theile der ganzen Höhe der Hölung sich befindet. Dabey muß der Durchmesser der Thermoskopkugel fast den dritten Theil von der Mündung des Bechers betragen. Von demselben dünnen unpolirten Metall ist auf die Oeffnung des Bechers ein Deckel gepaßt und wird nur abgenommen, wenn eine Beobachtung gemacht werden soll. Die an der Röhre des Thermoskops befestigte Skale kann sich bis auf 60 oder 70 Millesimalgrade über 0, und etwa bis auf 15° unter 0 erstrecken.

Wird dies Instrument bey heiterer Witterung in die freye Luft gebracht, so zeigt es jeder Zeit, so wol am Tage als des Nachts, den Eindruck der Kälte an, welche nach Leslie aus den höhern Regionen herab kommt. Diese Wirkung ist indessen außerordentlich verschieden und am größten, während der Himmel rein azurblau gefärbt ist; sie nimmt sehr ab, sobald die Atmosphäre mit sich ausbreitenden Wolken erfüllt wird; und sie verschwindet fast ganz, wenn sich in der Tiefe Nebel bilden, die sich niederlassen.

(Zus. z. S. 738. Th. VI.). Da die Erfahrungen der verschiedenen hier angeführten Naturforscher über die von Herschel angegebenen Versuche über die Natur des Sonnenlichtes so widersprechend waren, so unternahm es der Herr D. Seebeck *), diesen Gegenstand einer genauern Untersuchung zu unterwerfen. Es mußte sich der Gedanke aufdringen, daß dieser bisherige Widerspruch vielleicht in der Verschiedenheit der angewandten Apparate, oder in dem Verfahren selbst, wobey manche Bedingungen nicht gehörig beachtet oder übersehen worden, seinen Grund habe. Besonders war es aber Herrn Seebeck darum zu thun, über die Wirkung der farbigen

*) Ueber die ungleiche Erregung der Wärme im prismatischen Sonnenbilde, in den Abhandl. der Königl. Akad. d. Wissensch. in Berlin aus d. Jahre 1818–1819. Berlin 1820. 4. S. 305 ff.

Beleuchtung in allen Funktionen des Lichtes eine genaue und befriedigende Auskunft zu erhalten. Da seine ersten Versuche mit Hülfe eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers keine genauen Resultate gaben, so bediente er sich nachher eines Luftthermometers, welches ihm in Ansehung des Erfolgs über alle Erwartung genügte. Nur bey Veränderungen in der Atmosphäre, besonders wenn sich Wolken bildeten, oder nur schwache Dünste vor die Sonne traten, gab es keine hinreichende Genauigkeit. Am vollkommensten geriethen die Versuche an den Tagen nach einem vorhergegangenen Gewitter, oder wenn nach Regentagen heitere Witterung erfolgte. Das Thermometer bestand aus einer einfachen 15 Zoll langen Röhre mit einer sehr dünnen Kugel, deren Durchmesser $\frac{1}{2}$ Paris. Zoll betrug. Die Kugel war mit chinesischer Tüsche gleichförmig überzogen, und an der Röhre war eine in Pariser Zolle und Linien abgetheilte, auf dünne Pappe getragene, Skale befestigt. Diese war von der Kugel 1 Zoll entfernt und hatte hier ihren Nullpunkt. Die Kugel und 1 Zoll der Röhre standen demnach ganz frey. In der Röhre befand sich ein Tropfen einer gefärbten Flüssigkeit, welcher, nachdem die ganze Röhre in ihrer Länge vorher gehörig war befeuchtet worden, ungefähr 1 Zoll und etwas drüber einnahm. Dies so eingerichtete Luftthermometer wurde auf ein Gestell, welches erhöhet und erniedriget werden konnte, befestigt, und bald horizontal, bald vertikal stehend, in die einzelnen prismatischen Farben gebracht, und so lange in jeder derselben erhalten, bis die Flüssigkeit einen festen Stand angenommen hatte. Nur auf die Kugel fiel das Licht, das untersucht werden sollte. Ein verschiebbarer Schirm, der 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß vom Thermometer entfernt war, hielt die übrigen prismatischen Farben ab. Das Zimmer, in welchem die Versuche angestellt wurden, lag gegen Mittag, und konnte völlig verfinstert werden.

Das Prisma wurde zuweilen im Fensterladen befestiget, und dann fiel weiter kein Licht ins Zimmer, als durch

dasselbe. In den meisten Fällen aber fiel das Sonnenlicht durch eine ungefähr 49 Quadratzoll große Oeffnung im Laden auf das Prisma, welches auf einem beweglichen Gestell auf der Fensterbrüstung stand. Der brechende Winkel des Prisma war immer nach unten gerichtet, die ganzen Seitenflächen desselben freygelassen, und nur die obere, dritte Fläche mit einem schwarzen Papier bedeckt, um wo möglich scharf begrenzte Farbenbilder zu erhalten. Das Thermometer wurde theils durchs Umdrehen des Prisma, theils durchs höhere und tiefere Stellen der Thermometerkugel in das verlangte farbige Bild gebracht. Die Glasprismen selbst, deren Wirkung untersucht wurde, waren von verschiedener Beschaffenheit und Größe, von $\frac{3}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite der Flächen. Auch in den brechenden Winkeln wichen sie von einander ab, doch nicht beträchtlich; dieser näherte sich bey den mehresten dem Winkel von 63 Graden.

Bey seinen vielfältigen vorläufigen Versuchen mit Prismen von verschiedenen Materien ergab sich, daß die Resultate durch brechende Mittel von verschiedener Natur und Beschaffenheit und nicht weniger durch äußere Einflüsse mannigfaltig abgeändert werden. Die Hauptresultate dieser seiner Versuche waren folgende:

1. In allen prismatischen Farbenbildern findet Wärmeerregung Statt, und welche jederzeit am schwächsten ist an der äußersten Grenze des Violett, die Prismen mögen auch von einer Beschaffenheit und von einer Materie seyn, von welcher man will.

2. Von dieser Grenze des Violett an nimmt die Wärmeerregung, so wie man durch Blau und Grün nach der gelben und rothen Seite fortschreitet, zu, und erreicht

3. bey einigen Prismen, wie z. B. bey einem Prisma, das mit Wasser gefüllt war, ihr Maximum in Gelb, so wie auch nach Erfahrungen Anderer bey mit Weingeist und Terpentinöl gefüllten Prismen.

4. Einige andere Flüssigkeiten, namentlich eine ganz klare Auflösung von Salmiak und Quecksilbersublimat, desgleichen concentrirte farbenlose Schwefelsäure, hatten das Maximum der Wärme in der Mitte zwischen Gelb und Roth, im Orange.

5. Prismen aus Crownglas und gewöhnlichem weißen Glase haben das Maximum der Wärme im vollen Rothe, wie eine Menge von Versuchen angab.

6. Bey einigen Glasprismen fällt das Maximum der Wärme in die Grenze des Roths, und diese scheinen schon bleyhaltig zu seyn.

7. Prismen von Flintglas haben das Maximum der Wärme jenseits des Roths, wenn die Kugel des Thermoskops ausserhalb des wohlbegrenzten Farbenbildes steht.

8. Die Wärme nimmt jenseits des Roths stetig ab, und bey allen Prismen ohne Ausnahme findet noch einige Zoll unter der Grenze des Roths Wärmeerregung Statt.

In den beyden ersten Sätzen stimmen alle Beobachter mit einander überein; nicht so in den folgenden. Selbst Mehre haben es unterlassen, die Glasprismen, mit welchen sie ihre Versuche angestellt haben, näher zu beschreiben, indem sie wahrscheinlich in der Vermuthung standen, daß die Wirkung aller unter sich gleich sey. Herschel führet bloß an, daß er auch mit Prismen von einem weißen Glase, von Crown- und Flintglas und Wasser Versuche angestellt, und bey allen unsichtbare Wärmestrahlen jenseits der sichtbaren rothen Strahlen des Farbenbildes gefunden habe. Nur erhellet aus seinen Versuchen nicht, wo das Maximum der Wärme bey diesen Prismen hingefallen sey.

Auch Engelfield, welcher Herschel's Erfahrung bestätigte, hat nicht angegeben, ob sein Prisma von Flintglas oder einer andern Glassorte gewesen sey.

Nach der Zeit haben sich noch mehre Physiker mit Versuchen dieser Art beschäftiget. Herr Wünsch [α]), welcher den Ansichten Herschel's ebenfalls entgegen war, behauptet in der Zusammenstellung der Resultate aller seiner Versuche, daß seine Prismen insgesammt, ganz nahe am rothen Saum, jedoch ausserhalb desselben, allemal die schwächste Erwärmung gegeben hätten, eine stärkere im Roth, und eine noch stärkere im Gelb. Allein nach Herrn Seebeck's Urtheile bestätigen dies seine angeführten Versuche keinesweges; bloß bey Wasser- Weingeist- und Terpentinöl-Prismen war die größte Wärme im Gelb; die Glasprismen hingegen, mit welchen Wünsch Versuche anstellte, verhielten sich ganz anders. Ein schwach grünlich gefärbtes gab die größte Wärme im vollen Roth; ein anderes gelblichtes Prisma erregte die größte Wärme im Schein an der Grenze des rothen Lichtes. Prismen von Flintglas hat Wünsch nicht angewendet. Einigemal hatte jedoch Herr Wünsch bemerket, daß sein gelbliches Prisma eine eben so große Wärme im Orange erregte, als an der Grenze des Roths, und daß alsdann die Wärme in dem zwischen diesen beyden Punkten liegenden Roth geringer war. Dies fand aber nur alsdann Statt, wenn er sich einer 50zölligen Linse zur Concentration des farbigen Lichtes bediente, nicht aber, wenn er das prismatische Orange unmittelbar auf das Thermometer fallen ließ. Hier scheint es also noch unentschieden zu seyn, ob die Abweichung durch die Linse hervorgebracht wurde, oder von anderen Umständen abhange.

Herr Berard [β]), welcher sich mit diesem Gegenstande ebenfalls beschäftigte, hielt es für nothwendig, den Versuchen eine längere Dauer zu geben, um sie sicherer, und

---

α) Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. I. Jahrg. 3. Heft. S. 203 ff.

β) Biot's Lehrbuch der Experimentalphysik. B. IV. Leipzig 1825. 8. S. 238 ff.

ihre Erfolge bemerkbarer zu machen; er wandte daher einen, von einem Heliostat zurückgeworfenen, Sonnenstrahl an, und erhielt durch Brechung desselben mittelst eines Prisma ein sehr zerstreuetes und vollkommen unverruckbares Farbenbild. Um die, das Wärmevermögen betreffenden, Eigenschaften zu bestimmen, brachte er sehr empfindliche Thermometer in die farbigen Räume. Durch seine Versuche fand Berard Herschel's Angabe in Hinsicht der Zunahme des Wärmevermögens vom Violet bis zum Roth bestätiget; allein das Maximum der Wärme zeigte sich ihm am Ende des Farbenbildes selbst, nicht ausserhalb desselben. Er giebt als seine Stelle den Punkt an, wo die Kugel des Thermometers noch ganz von den äußersten rothen Strahlen bedeckt war; mit dem Eintritte der Thermometerkugel in die Dunkelheit sahe er die Temperatur immer mehr abnehmen; wenn er endlich das Thermometer ganz ausserhalb des sichtbaren Farbenbildes brachte, wohin Herschel das Maximum der Wärme verlegt, so betrug die Erhöhung der Temperatur über die der äußern Luft nur noch das Fünftheil von der in den äußersten rothen Strahlen Statt gefundenen. Die absolute Intensität der erzeugten Wärme zeigte sich ebenfalls schwächer in den Versuchen von Berard als in den Herschel'schen. Berard giebt ebenfalls nicht an, von welcher Glassorte sein Prisma gewesen ist; daher bemerket auch schon Biot, daß diese Verschiedenheiten vielleicht von Unterschieden im Stoffe aus welchem die Prismen bestehen, oder von Verschiedenheiten in Apparaten oder von einem andern physischen, bey der Erscheinung wesentlich ins Spiel kommenden Umstande herrühren könne. Daß dieß wirklich der Fall sey, hat Herr Seebeck durch seine angeführten Versuche erwiesen.

Berard ging aber in seinen Untersuchungen noch weiter, er suchte auch zu erforschen, ob die von ihm gefundenen Eigenschaften der Wärme in jedem der Bündel, in die sich das Licht beym Hindurchgehen durch einen, mit doppelter Brechung begabten Körper spaltet, noch beson-

dere Statt haben würden. In dieser Absicht ließ er den Sonnenstrahl durch ein Prisma aus Isländischen Spath hindurchgehen. Vermöge der Spaltung des Strahls entstanden zwey Farbenbilder, welche die nämlichen Eigenschaften darboten; in beyden nahm das Wärmevermögen vom Violet bis zum Roth ab, und erhielt sich noch über die letzten rothen Strahlen hinaus. Mithin wenn der Strahl sich beym Hindurchgehen durch den Krystall theilt, theilt sich auch das Wärmevermögen zwischen den beyden Lichtbündeln.

Bey diesem Vorgange werden die Lichttheile durch den Krystall polarisirt; ob etwas Aehnliches mit den dunkeln Wärmestrahlen dabey vorgehe, fing Berard den Sonnenstrahl auf einen polirten und durchsichtigen Glase unter einem Einfallswinkel von 35° 25′ auf, damit der zurückgeworfene Antheil die vollkommene Polarisation erhalte. Der zurückgeworfene Strahl ward darauf auf einem andern Spiegelglase aufgefangen, das mit ihm den nämlichen Winkel von 35° 25′ bildete, und so eingerichtet war, daß es sich unter Fortbestehen dieses Einfallswinkels kegelförmig drehen konnte. Bekanntlich findet man beym Herumdrehen des zweyten Glases zwey Lagen, wo es kein Licht mehr zurückwirft. Berard brachte nun einen concaven Metallspiegel so an, daß er die, von diesem Glase zurückgeworfenen Strahlen sammlen und concentrirt auf ein, in seinen Brennpunkt gestelltes, Thermometer werfen mußte. Um aber die verschiedenen Perioden der Erscheinung leicht verfolgen zu können, brachte er das Thermometer mit dem Spiegel, und den Spiegel mit dem Glase in feste Verbindung; so daß beym Herumdrehen des letztern die beyden andern Stücke sich sogleich mit dreheten, dieselbe relative Lage zu ihm stets beybehaltend. Nach so getroffener Einrichtung brachte Berard successiv das zweyte Glas in alle mögliche Azimuths um den Strahl, und fand, daß es in den Lagen, wo es kein Licht zurückwarf, eben so wenig Wärmestoff zurücksandte; denn das im Brennpunkte befindliche Ther-

mometer stieg nicht; wol aber stieg es, und zwar sehr merklich, wenn das Glas in die Azimuths gedrehet war, wo eine Zurückwerfung des Lichtes von seiner Oberfläche Statt finden konnte. Bey diesem Versuche also, so wie bey dem vorigen, wo das Licht durch den Isländischen Krystall gelassen wurde, begleitet die dunkele Wärme die Lichttheile, und fügt sich denselben Wirkungen. Als Berard warme und dunkle Körper die Stelle des Farbenbildes vertreten ließ, fand er, daß die Wirkungen auf das Thermometer noch nach den nämlichen Gesetzen erfolgten. Nun ließ er von dem ersten Glase des Malus'schen Apparats einen Wärmestrahl eines sehr heißen, kaum glühenden oder auch ganz dunkeln Körpers zurückwerfen. Er wurde gleich dem Lichte polarisirt; denn das zweyte Glas warf Wärme in allen Lagen zurück, wo Zurückwerfung des Lichtes möglich gewesen wäre, keine aber in Lagen, wo auch keine Zurückwerfung des Lichtes Statt gehabt hätte. Hieraus schien zu folgen, daß die Wärme eben so, wie das Licht unter diesen oder jenen Umständen, auf gleiche Art modificirt werde.

Nach Berard hat auch Herr Ruhland *) Versuche über die Erwärmung im prismatischen Farbenbilde angestellt, und führet an, daß er den Ort des Maximums der Wärme veränderlich gefunden habe; bey einigen von ihm aber nicht genau beschriebenen Glasprismen und bey einem Prisma aus Borax habe er das Maximum über das Roth hinausfallend, bey andern im Roth, und bey mehren flüssigen Körpern im Gelb gefunden.

Herr Seebeck bemerket, daß die größten Widersprüche, welche aus den Beobachtungen und Behauptungen über diesen Gegenstand von den bisherigen Physikern seyn gefolgert worden, nur scheinbar und gerade vom geringsten Gewicht sind, daß hingegen mehre Erfahrungen, welche einzeln betrachtet widersprechend zu seyn schie-

---

*) Ueber die polarische Wirkung des gefärbten heterogenen Lichtes. Berlin 1718. S. 50 f.

nen, mit andern verglichen, zur Bestätigung neuer oder doch nicht gehörig beachteter Thatsachen dienten. Um nun alle diese anscheinenden Widersprüche gänzlich zu heben, und überhaupt diesen Gegenstand aufs genaueste zu beleuchten, suchte er noch eine Reihe neuerer Versuche anzustellen, um alle mögliche dabey zu gedenkende Fälle zu umfassen. Zu dem Ende hatte er sich ein Prisma von weißem gewöhnlichen Glase auf zwey Seiten matt schleifen lassen. Eine dieser Flächen war in dem Grade durchscheinend, daß, wenn das Sonnenlicht durch diese und die dritte Seite, welche ihre Politur behalten hatte, fiel, ein ziemlich lebhaftes prismatisches Farbenbild entstand.

Von einer sehr großen Anzahl von Versuchen, welche mit diesem Prisma angestellet wurden, ergab sich beständig ein und dasselbe Resultat; immer war die Wärme unter Roth größer, als im Roth, und zwar um 3, 5, 8 und 10 Linien, je nachdem der Abstand größer oder kleiner, oder die Luft mehr oder weniger frey von Dünsten war.

Mit demselben Prisma, dessen matte Fläche polirt worden war, so daß nun die Brechung durch zwey polirte Flächen geschah, stellte Seebeck noch eine andere Reihe von Vorsuchen an, deren Resultate ebenfalls einander gleich waren; jederzeit fiel bey Anwendung des polirten Prisma das Maximum der Wärme eben so entschieden ins volle Roth, als es bey dem matt geschliffenen außer demselben liegend gefunden war.

Hier entstand nun zuerst die Frage, ob die Grenzen des prismatischen Roths in beyden Fällen sowol bey dem matt geschliffenen, als bey dem polirten Prisma, dieselben waren? Seebeck hatte mehrmals bemerkt, daß, wenn eine Wolke vor die Sonne trat, so daß noch ein Farbenbild zu bemerken war, dies immer schmäler erschien, als das des hellen Sonnenlichtes. Um sich zu überzeugen, ob dies bey dem mattgeschliffenen Glase auch der Fall sey, benetzte er die matte Fläche mit Weingeist,

und dadurch erhielt er ein viel lebhafteres Farbenbild; aber die Grenze des Roths fiel nun zugleich, in einem Abstande von 6 Fuß aufgefangen, um 2 Paris. Linien tiefer, als vorher. Dasselbe muß nothwendig auch beym polirten Prisma Statt gefunden haben; vielleicht sey hier die Grenze des rothen Bildes noch tiefer herabgedruckt worden, und es könnte dann dessen Mitte genau auf denselben Punkt gefallen seyn, wo beym mattgeschliffenen Prisma das Maximum der Wärme, aber nur noch ein schwach röthlicher Schein wahrgenommen worden, den man gewöhnlich bey der Bestimmung der Farbengrenze des Farbenbildes nicht mitzuzählen pflege.

Aus diesen Versuchen glaube er schließen zu müssen, daß die tiefste rothe Farbe des Farbenbildes durch die matte Fläche in dem Grade geschwächt worden, daß sie nun keine deutliche Grenze mehr bildete, wodurch dann das prismatische Sonnenbild kürzer erscheinen mußte, als beym polirten Prisma.

Bey genauer Vergleichung aller Versuche, welche mit dem Flintglase und auch die mit dem Crownglase angestellet wurden, ergab sich folgendes Hauptresultat:

Daß die Grenzen des prismatischen Sonnenbildes nicht blos, wie gewöhnlich angenommen worden, auf die Grenzen der lebhafteren Farben, wo diese mit etwas schwächer gefärbten Franzen enden, beschränkt seyen, sondern daß das Sonnenlicht sich weiter, und mindestens bis dahin erstrecken müsse, wo die größte Wirkung Statt findet, wenn gleich dort mit bloßen Augen keine, oder doch nur eine höchst schwache Farbe angenommen werden sollte.

Es wird also Sonnenlicht noch jenseits der bisherigen Grenzen des Farbenbildes gefunden, und erstreckt sich noch bis in beträchtlicher Entfernung jenseits derselben, nimmt allmählig ab, und in demselben Verhältniß sehen wir auch die Wirkung auf die Körper abnehmen, diese bestehe nun in der Erwärmung, wie jenseits des Roths, oder in der

chemischen Wirkung, wie jenseits des Violets. Dies Licht wird also auch als das hier Wirkende anzusehen seyn; denn wo dies fehlt, da hört auch alle Wirkung auf.

Uebrigens bemerket Seebeck noch, daß alle Prismen, selbst die allerbesten, einen Lichtschein ober- und unterhalb des Farbenbildes haben. Der Schein unter dem Roth ist blaßröthlich, und der über dem Violet sehr blaß violet. Diese schwachen Farben, welche durch Linsen concentrirt erst recht deutlich werden, nehmen mit der Entfernung von dem Hauptfarbenbilde ab, und verlieren sich ins Farblose, und im gleichen Maaße nimmt das Licht ab. Herschel habe auf dieses Licht und diesen Schein, obwol er in demselben eine so beträchtliche Wirkung gefunden, keine Rücksicht genommen. Ja selbst da, wo sein Prisma die größte Wärme erregt, und mittelst einer Concentrirlinse die rothe Farbe dieses Scheins bemerkt habe, habe er für wahrscheinlicher gehalten, daß die unsichtbaren Strahlen durch Concentration sichtbar gemacht werden könnten, als daß das hier vorhandene Licht wol die Ursache der Erwärmung seyn möchte.

Was endlich die Versuche betrifft, welche Herschel mit farbigen Gläsern zur Bestätigung seiner Theorie, daß aus der Sonne eigene Wärmestrahlen ausfließen, angestellet hat, so bemerket Seebeck, daß diese wenig über den Hauptpunkt des Streites zu entscheiden scheinen. Wenn man mit farblosem Lichte operire, so sähen wir die Wirkungen auf die Körper in dem Verhältnisse ab- und zunehmen, wie die Intensität des Lichtes ab- und zunehme. Aber alles sey anders, wenn das Licht zu einer bestimmten Farbe gelangt sey, da entscheide die Intensität des Lichtes nicht mehr allein. Gläser und farbige Flüssigkeiten, welche eine gleiche Menge Licht hindurchließen, welche auch von gleicher Intensität der Farbe seyen, könnten ganz entgegengesetzt wirken, wenn farbige Lichter mit einander verglichen würden, die den entgegengesetzten Farbenhälften angehörten. Bey farbigen durch-

sichtigen Körpern werde das Gesetz, daß die Wirkung des Lichtes in geradem Verhältniß mit der Intensität desselben ab- und zunehme, nur so lange gelten, als die Farben von gleicher Art seyen, und nicht beträchtlich von einander abwichen.

Aus allen diesen lasse sich nun auch leicht einsehen, daß das Maximum irgend einer Wirkung nur bey einem bestimmten Grade der Färbung und dieser zugleich angemessenen Intensität des Lichtes eintreten könne; daß mithin Intensität des Lichtes und der Farbe mit einander in einem bestimmten, und der beabsichtigten Wirkung entsprechenden Verhältniß stehen mußten, wenn der höchste Grad der Wirkung erreicht werden solle.

Nähme man hierauf Rücksicht, so löseten sich mehre scheinbare Widersprüche, und es werde nicht befremden, wenn man Farben derselben Hälfte in der Wirkung noch bis auf einen gewissen Grad von einander abweichend, dagegen Farben von den entgegengesetztesten Seiten bisweilen gleichwirkend finde.

(Zus. z. S. 362. Th. V.). Ueber die Leitungsfähigkeit der Metalle hat Ure *) wiederholte Versuche angestellt, und gefunden, daß das Silber die Wärme am besten leitet, nach demselben das Kupfer, dann das Messing, das Eisen, das Zinn, welche sich in diesem Punkte ziemlich gleich sind; dann kommt das Gußeisen, der Zink und ganz zuletzt das Bley. Steine von beträchtlichem specifischen Gewichte folgen in Ansehung der Leitungsfähigkeit der Wärme nach den Metallen, dann Ziegelsteine, Töpferwaare, und endlich, nach einem großen Zwischenraume, das Glas. Ein Glasstäbchen kann man eine ziemlich lange Zeit einen Zoll weit von der Stelle, wo es mit einem Löthrohre geglüht und geschmolzen wird, zwischen den Fingern halten. Daß Steine, Töpferwaare, Glas und Gußeisen in eine plötzliche Wärme gebracht, leicht zerspringen, rührt von der geringen Leitungsfähigkeit die-

*) Handwörterbuch der praktischen Chemie. Art. Wärme. S. 933.

ser Substanzen her. Der Theil, auf welchen die Wärme wirkt, dehnt sich nämlich aus, während die anliegenden Theile ihre vorige Gestalt und ihr Volumen behalten, und sich der Veränderung nicht anpassen, woraus nothwendig ein Riß entstehen muß. Holz und Knochen sind bessere Leiter als Glas; Kohlen und Sägespähne aber haben sehr geringe Leitungsfähigkeit; daher ist erstere sehr geschickt, um in Metallöfen die Wärme sehr zusammenzuhalten. Es müssen zu diesem Ende nämlich die Wände solcher Oefen doppelt seyn, so daß der Zwischenraum mit Kohlenpulver ausgefüllt werden kann. In einem solchen Ofen kann dann eine sehr intensive Hitze Statt finden, ohne daß die äußere Wand besonders davon afficirt wird.

Ueber das Wärmeleitungsvermögen einer sehr großen Menge von Körpern hat in den neuern Zeiten Bockmann α) Versuche angestellt, deren Resultate von den bekannten in manchen Fällen außerordentlich abweichen, und es scheint daher, daß dieser wichtige Gegenstand über die Wärmeleitung, um auf bestimmte und gewisse Gesetze zu gelangen, einer weitern und genauern Untersuchung bedürfe.

Nach Parrot β) leitet ein Körper oder ein Apparat von Körpern, unter übrigens gleichen Umständen, die freye Wärme um so leichter, je homogener die Theile desselben sind, um so schwerer, je heterogener sie sind.

Um das Gesetz der Fortleitung der Wärme in festen Körpern aufzufinden, kann man, z. B. eine Metallstange mit einem ihrer Enden in ein Mittel, das wärmer als die sie umgebende Luft ist, eintauchen, z. B. in Schmiedefeuer, oder in ein schmelzendes Metall, oder in kochendes Wasser. Auf diese Art wird sich, wie bekannt, die Wärme nicht augenblicklich nach dem andern Ende des festen Körpers fortpflanzen, sie wird erst nach einer längern oder kürzern Zeit daselbst bemerklich werden, indem

α) Ueber die Wärmeleitung verschiedener Körper. Carlsruhe 1812. 8.
β) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVII. S. 395.

ihre Dauer von dem Stoffe und von der Ausdehnung abhängt. Um dies näher zu erwägen, sey (fig. 32.) eine prismatische oder cylindrische Stange A B von unbestimmter Länge, welche hinreichend dünn ist, damit alle Punkte irgend eines beliebigen ihrer Querschnitte in jedem Augenblicke als im Besitze einer gemeinschaftlichen Temperatur angesehen werden können; das eine Ende A sey in Berührung mit einer beständigen Wärmequelle, welche unmittelbar nur auf dies Ende wirken kann, während der übrige Theil der Stange durch polirte Schirme gegen ihre Strahlung gesichert ist. Bey so getroffener Anordnung wird die Wärme anfangen, sich allmählig von A nach B durch den Stoff der Stange hindurch fortzupflanzen; und wenn man an verschiedenen Stellen ihrer Länge Thermometer anbringt, deren Kugeln in Löcher eingesenkt werden, welche in das Metall selbst gebohret, und mit etwas Quecksilber zur Vermittelung einer innigern Berührung angefüllt sind, so wird man diese Thermometer nach und nach steigen sehen, und zwar jedes derselben um so eher, je näher es sich der Wärmequelle befindet. Fände nun gar keine Zerstreuung der Wärme Statt, so würde jedes Thermometer so lange steigen, bis es die Temperatur der Quelle selbst erreicht hätte. Allein bey wirklichen Versuchen wird das Resultat durch Ausstrahlung und Luftströme modificirt, weshalb die Thermometer langsamer steigen, und nie die dem Ende A mitgetheilte Temperatur erhalten. Ihr Zustand wird sogar stetig, wenn der Ueberschuß der Temperatur, welche jeden Augenblick durch die vorhergehende Abtheilung der Stange mitgetheilet wird, nur das ersetzt, was sie durch Berührung der nachfolgenden Abtheilung der Stange und der andern Zerstreuungsursachen der Wärme verlieren. Die von der Wärmequelle an in verschiedenen Stellen angebrachten Thermometer zeigen stetige Temperaturen an, welche in abnehmender Progression sich befinden. Aus den Resultaten seiner Versuche hat la Place eine Gleichung gebildet und bewiesen, daß die Schwierigkeiten der

Berechnung sich nur beseitigen lassen, wenn man annimmt, daß ein bestimmter Punkt nicht allein von den unmittelbar mit ihm in Berührung befindlichen Punkten Einfluß erleidet, sondern auch von denen, welche in einer kleinen Entfernung vor und hinter ihm liegen. Hiedurch findet sich die Homogeneität hergestellt, und allen Regeln der Differenzialrechnung geschieht ein Genüge. Soll sich nun der Einfluß der Wärme im Innern der Stange auf irgend eine Entfernung ausbreiten, so muß durch die Substanz der festen Bestandtheile eine ähnliche Ausstrahlung Statt finden, wie man sie bey der Luft beobachtet hat, aber ihre merkbare Wirkung beschränkt sich auf weit kleinere Entfernungen. Alles dies ist völlig naturgemäß. Ja Newton hat in der That gezeigt, daß alle Körper, selbst die undurchsichtigsten, durchsichtig werden, sobald man sie hinlänglich dünn macht; und die genauesten Untersuchungen über die strahlende Wärme beweisen, daß sie nicht blos aus der äußern Fläche der Körper, sondern auch aus Massentheilchen hervorgehe, welche unter der Oberfläche liegen, und ohne Zweifel in sehr geringer Tiefe unmerkbar wird, welche Erscheinung wahrscheinlich in demselben Körper, je nach seiner Temperatur, verschieden ist. In dieser schwierigen Untersuchung haben sich besonders die Herren Biot, Fourier und Poisson ausgezeichnet. Biot *) entwickelte für den Fall, wo das eine Ende der Stange in einer beständigen Temperatur enthalten ist, und das andere Ende von der Wärmequelle so weit entfernt liegt, daß ihr Einfluß daselbst unmerkbar ist, diese Formel: es bezeichne y die Temperatur der Luft nach Thermometergraden, von welcher die Stange umgeben ist, y + Y die Temperatur der Wärmequelle, aus welcher dem einen Ende der Stange die stetige Wärme zufließet, so fand Biot das Integral: $\log. y = \text{lo}. Y - \frac{x}{M}\sqrt{\frac{b}{a}}$; wo x die Entfernung vom heißen Ende

*) Traité de physique exper. et theor. To. IV. p. 668 sq.

der Stange, und a und b die beyden Coefficienten bedeuten, welche als constant für die ganze Länge der Stange angenommen werden und dazu dienen, die Formel jedem möglichen Falle anzupassen, und in jedem Falle nach zwey Beobachtungen bestimmt werden müssen. M ist der Model der gewöhnlichen logarithmischen Tafeln, oder die Zahl 2,302585. Biot giebt mehre Tabellen seiner Beobachtungen, bey welchen er mannichmal 8 mannichmal 14 Thermometer auf einmal an successiven Punkten der Stange angewendet hat; und dann berechnet er nach voriger Formel, welche Temperatur diese successiven Punkte haben müssen, wenn die Temperatur der Wärmequelle gegeben ist, und umgekehrt aus den Anzeigen der Thermometer, welche Temperatur die Wärmequelle haben müsse. Es ergab sich eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Versuche und der Theorie.

Die Fortpflanzung der Wärme durch die festen Körper, deren sämmtliche Dimensionen in Betracht kommen, richtet sich ebenfalls nach denselben Principien. Hier theilet jeder Punkt im Innern des Körpers allen denen Wärme mit, welche ihn in einer kleinen Entfernung umgeben, und empfängt seinerseits Wärme von ihnen. Was er zurückbehält, und wodurch die verhältnißmäßige Zunahme seiner eigenen Temperatur in jedem Augenblicke bestimmt wird, ist der Ueberschuß dieser zweyten Quantität über die erste. Was aber die Punkte betrifft, welche an der Oberfläche des Körpers befindlich sind, so bleibt ihnen dieser Ueberschuß nicht ganz: sondern wird durch die Strahlung nach Verhältniß des Temperaturüberschusses der Oberfläche über die des umgebenden Mittels geschwächt, welches nöthig macht, für diese Punkte noch eine Bedingung mehr zur allgemeinen Gleichung der Fortpflanzung hinzuzufügen. Diese Bedingung hatte Fourier zuerst für eine Kugel und für einen Cylinder angegeben, nachher aber durch Analogie auf Körper jeder Gestalt ausgedehnt. Allgemein ist sie von Poisson folgender Maaßen angewiesen: Er betrachtet den erwärmten

Körper als eine Masse von unbestimmter Gestalt und Größe, und gedenkt sich im Innern desselben eine Scheidewand von irgend einer Gestalt, welche den Körper in zwey getrennte Abtheilungen scheidet; hierauf berechnet er die ganze Quantität von Wärme, welche in jedem Augenblicke von einer dieser Abtheilungen zur andern durch die Scheidewand hinübergeht. Läßt man nun eine der beyden Abtheilungen weg, und entzieht der andern durch die Strahlung die nämlichen Wärmequantitäten, welche sie der weggelassenen mittheilte, so ist klar, daß das Gleichgewicht der Wärme in dem zurückgelassenen Theile keine Störung erfahren kann; und ihre Vertheilung so wie ihre Bewegung noch die nämliche, als zuvor, bleiben wird. Die von Poisson daraus abgeleiteten Gleichungen können aber nur für den Fall zulässig seyn, wo schon Newton das Gesetz voraussetzte, daß bey der Wärmemittheilung nahe an einander liegender Theile die Wärmequantitäten denen, welche jeder besitzt, proportional sind. Außerdem setzen sie auch voraus, daß die physischen Beschaffenheiten, von welchen das Leitungsvermögen und die Strahlung abhangen, in der ganzen Ausdehnung der Stange sich gleich sind. Allein Biot hatte sich durch Erfahrung völlig überzeugt, daß eine solche Beständigkeit selbst in den homogenen Stangen sich nicht zeige, wenn ihre verschiedenen Theile ungleiche Temperaturen besitzen, die, ohne sehr hoch zu seyn, doch mit der vergleichbar sind, bey welcher sie schmelzen würden. Indeß ist ungeachtet dieser unvermeidlichen Einschränkung die mathematische Theorie der Bewegung der Wärme doch noch von großer Wichtigkeit, da sie auf eine klare und bestimmte Weise die verborgenen Beziehungen der Elemente, von welchen diese Fortpflanzung so wol im Innern der Körper als nach Außen abhängt, in einem großen Umfange von Temperaturen, in welchen die Resultate einer Verwirklichung durch Erfahrung fähig sind, offenbart; da sie hierin das Mittel giebt, diese Elemente mit Genauigkeit, innerhalb der Grenzen, für die sie gül-

tig ist, zu bestimmen; da sie endlich bestimmte Andeutungen für den Einfluß giebt, den ihre bekannte Abänderung auf die Erscheinungen bey höhern Temperaturen haben muß. Von diesem Gesichtspunkte aus wird daher die Theorie als die einzige sichere Führerin zu beobachten seyn, in welcher die Physiker einen Anhalt finden können. Uebrigens findet man hievon die gehörige Belehrung in des Fourier Werke von der Wärme, und in einigen Abhandlungen von Poisson, welche sich in dem journal de l'école polytechnique befinden.

(Zus. z. S. 743. Th. VI.). John Murray [α]) suchte ebenfalls durch mehre Versuche des Grafen v. Rumford's Meinung, daß Flüssigkeiten Nichtleiter des Wärmestoffs sind, zu widerlegen, zu dieser Absicht bediente er sich, statt eines Glasgefäßes eines Gefäßes von Eis, in welches eine Flüssigkeit von 32° Fahr. Wärme gegossen wurde; ein horizontal liegendes Thermometer war in der Seitenwand des Eisgefäßes so mit eingefroren, daß die Thermometerkugel sich in der Axe des cylindrischen Eisgefäßes befand. Nun wurde in die Flüssigkeit, welche das Eisgefäß enthielt, ein erhitzter fester Körper so aufgehangen, daß er die Oberfläche derselben berührte. Nach einer gewissen Zeit stieg jedesmal das Thermometer, als ein sicherer Beweis, daß die Flüssigkeit ein Wärmeleiter seyn müsse; denn die Eiswand des Gefäßes konnte der Flüssigkeit in selbigem keine Wärme zuleiten, und daher nichts zum Steigen des Thermometers beygetragen haben; außerdem wurden auch die Versuche so angestellt, daß eine jede Bewegung, welche einen Theil der unmittelbar erwärmten Flüssigkeit hätte der Thermometerkugel zuführen können, auf das sorgfältigste vermieden wurde.

Ferner hat auch Dalton [β]) eine Reihe von Versuchen angestellt, aus welchen dieselben Resultate hervorgehen. Nicht weniger zeigte Parrot [γ]), daß des Grafen

---

α) Gilbert's Annalen d. Physik B. XIV. S. 158 ff.
β) Ebendaselbst. S. 184 ff.
γ) Ebendaselbst. B. XVII. S. 267 ff. S. 369 ff. B. XXII. S. 148 ff.

v. Rumford's Meinung in Ansehung der Nichtleitung der Wärme ungegründet sey. Indessen ist wol nicht zu leugnen, daß diese Mittheilung der Wärme in den Flüssigkeiten erstaunend schwierig und langsam ist.

Da die Vertheilung der Wärme durch eine flüssige Masse fast einzig und allein durch innere Strömungen bewirkt wird, so muß auch alles, was diese unterbricht, die Veränderung der Temperatur verhindern. Daher werden Flüssigkeiten, in welche man poröse Substanzen, wie z. B. Federn, Seide, Wolle, Pelzwerk, Haare, Baumwolle, Schleim, Stärkemehl u. d. gl. mischt, weit langsamer erkalten, als in ihrem reinen und klaren Zustande. Uebrigens sind noch keine Versuche bekannt, welche auf eine befriedigende Weise das Verhältniß der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten in Zahlen ausgedruckt hätten.

Was die gasförmigen Körper betrifft, so ist bekannt, daß die Körper in ihnen ungleich langsamer erkalten, als in tropfbaren Flüssigkeiten. Da aber bey dem Abkühlen heißer Körper in Gasarten mehre Ursachen zusammenwirken, so ist es schwierig, ihre relativen Intensitäten als Leiter, aus der Zeit, die während des Abkühlens der heißen Körper in denselben verfließt, zu schätzen.

Der Graf v. Rumford schließt aus seinen Versuchen, daß ein Thermometer beynahe viermal schneller in Wasser, als in Luft von derselben Temperatur erkalte. Verdünnung vermindert das leitende Vermögen der Luft, und heiße Körper erkalten in der Torricellischen Leere am langsamsten.

Leslie, welcher das leitende Vermögen der Gasarten zu bestimmen gesucht hat, fand, daß dasselbe durch Verdünnung vermindert werde. Aus seinen Versuchen suchte er zu folgern, daß das leitende Vermögen der Luft nahe mit der Wurzel vom fünften Grade aus ihrer Dichte im Verhältniß stehe.

Dalton dagegen suchte es wahrscheinlich zu machen, daß sich dies Leitungsvermögen nahe wie die Kubikwurzel aus ihrer Dichte verändert.

Dünste aller Art, und überhaupt alles, was ein Bestreben äußert, die Luft auszudehnen, vermindert die Leitungsfähigkeit derselben.

Das Leitungsvermögen der atmosphärischen Luft, des Sauerstoffgas und des Stickgas ist beynahe gleich. Dalton [a]) stellte mehre Versuche über die Zeit an, welche heiße Körper gebrauchten, um in verschiedenen Gasarten abgekühlt zu werden. Er füllte nämlich eine starke Flasche mit derjenigen Gasart, die er untersuchen wollte, brachte durch den durchborten Kork ein sehr empfindliches Thermometer in dieselbe, und beobachtete die Zeit, welche verfloß, damit es um 15 bis 20 Grad erkaltete. Folgende Tafel enthält die von ihm gefundenen Resultate:

Gasarten	Zeit des Abkühlens
In kohlensauren Gas	in 112 Sekunden
— schwefelhaltigen Wasserstoffgas	— 100 —
— oxydirten Stickgas	— 100 —
— ölmachenden Gas	— 100 —
— atmosphärischer Luft	— 100 —
— Sauerstoffgas	— 100 —
— Stickgas	— 100 —
— Salpetergas	— 90 —
— Gas aus Steinkohlen	— 70 —
— Wasserstoffgas	— 40 —

Die Herrn **Dulong** und **Petit** [b]) stellten ebenfalls über diesen Gegenstand Untersuchungen an, und fanden in Hinsicht der Geschwindigkeit des Abkühlens, worunter stets die Anzahl von Graden verstanden wird, um welche die Temperatur eines Körpers während einem beständigen unendlich kleinen Zeittheilchen abnimmt, folgende Gesetze:

1. Die Geschwindigkeit des Abkühlens, welche von der Berührung einer Gasart herrühret, ist von der Natur der Oberfläche der Körper gänzlich unabhängig.

---

[a]) New system of chemical Phylosophy. p. 117. übersetzt von *F. Wolff* B. 1. S. 133.

[b]) Journal de chimie et de physique par *Gay-Lussac* et *Arago*. To. VII. p. 365.

2. Die Geschwindigkeit des Abkühlens, welche von der Berührung einer Flüssigkeit (eines Gases) herrühret, verändert sich in einer geometrischen Progression, indem der Ueberschuß der Temperatur sich ebenfalls in einer geometrischen Progression ändert. Wenn der Exponent dieser zweyten Progression die Zahl 2 ist, so ist der Exponent der ersten die Zahl 2,35; welches auch die Natur der Gasart, oder die Kraft ihrer Elasticität seyn mag. Dieses Gesetz kann auch folgender Maaßen ausgedruckt werden: die Wärmemenge, welche von einer Gasart entzogen wird, ist in allen Fällen mit dem Ueberschuß der Temperatur auf eine Potenz erhoben, deren Exponent die Zahl 1,233 ist, im Verhältniß.

3. Das erkaltende Vermögen einer Gasart vermindert sich in einer geometrischen Progression, wenn die Spannung oder Elasticität ebenfalls in einer geometrischen Progression abnimmt. Wenn der Exponent dieser zweyten Progression die Zahl 2 ist, so ist der Exponent der erstern für die atmosphärische Luft die Zahl 1,366; der für das Wasserstoffgas die Zahl 1,301; der für das kohlensaure Gas die Zahl 1,431 und der für das Oelmachende Gas die Zahl 1,415.

Man kann auch dies Gesetz auf folgende Art ausdrucken:

Das kaltmachende Vermögen einer Gasart ist, alles übrige gleich gesetzt, einer gewissen Potenz des Drucks gleich. Der Exponent dieser Potenz, welcher von der Natur der Gasart abhängt, ist für atmosphärische Luft 0,45, für Wasserstoffgas 0,315; für kohlensaures Gas 0,517, für ölmachendes Gas 0,501.

4. Das kaltmachende Vermögen einer Gasart ändert sich mit der Temperatur auf folgende Art: wenn es sich ausdehnen kann und dabey zugleich die nämliche elastische Kraft behält, so wird sich das kaltwerdende Vermögen um eben so viel vermindert finden, als es durch seine Erhitzung vermehret wurde, so daß es demnach zuletzt nur von seiner Spannung abhängt.

(Zus. z. S. 383. Th. V.). Ueber die Ausdehnung der Körper durch die Wärme hat man in den neuern Zeiten ebenfalls mehre Untersuchungen angestellet. Von der Ausdehnung fester Körper sind schon früher von mehren Physikern genaue Resultate angegeben, und von den neuern erweitert worden. Die Herrn Dulong und Petit [α]) haben besonders über die Ausdehnungen des Glases, Quecksilbers, Kupfers, Eisens und Platins sehr genaue Versuche angestellt. Auch Herr Ure [β]) machte mit einem mikrometrischen Apparate von eigenthümlicher Einrichtung viele Versuche, die Ausdehnung der festen Körper zu messen. Hiebey setzte ihn besonders der Zink in eine Verlegenheit; denn nach unzähligen Versuchen fand er, daß die Stäbchen dieses Metalls sich beständig verlängerten, wenn sie abwechselnd erhitzt und erkaltet wurden. Nach Ure's Meinung scheint es, daß die kleinen Blättchen, aus welchen dies Metall zusammengesetzt ist, durch die Ausdehnungskraft der Wärme übereinandergeschoben werden, und dabey eine solche Adhäsivreibung besitzen, daß ihre gänzliche Retraction verhindert wird.

Folgende ganz neu zusammengestellte Tabelle giebt die Ausdehnungen der festen Körper nach den besten Versuchen an:

Ausdehnung der festen Körper in die Länge durch Wärme

Dimensionen, welche ein Stab bey 212° Fahr. erhält, dessen Länge bey 32° gleich ist, 1,000000				Ausdehnung in gew. Brüchen
Glasröhre	Smeaton		1,00083333	
Desgl.	Roy		1,00077615	
Desgl.	Deluc's Mittelzahl		1,00082800	
Desgl.	Dulong und Petit		1,00086130	$\frac{1}{1166}$
Desgl.	Lavoisier und Laplace		1,00081166	$\frac{1}{1148}$
Tafelglas	Derselbe	Ders.	1,00089089	$\frac{1}{1122}$
Desgl. Krownglas	Ders.	Ders.	1,00087572	$\frac{1}{1142}$
Desgl. Desgl.	Ders.	Ders.	1,00089760	$\frac{1}{1114}$
Desgl. Desgl.	Ders.	Ders.	1,00091751	$\frac{1}{1020}$
Glasstäbchen	Roy		1,00080787	

α) Annales de chimie et de physique To. VII. p. 141.
β) Handwörterbuch der praktischen Chemie. S. 942.

Dimensionen, welche ein Stab bey 212° Fahr. erhält, dessen Länge bey 32° gleich ist, 1,000000			Ausdehnung in gew. Brüchen
Tannenholz	Roy wie Glas	. . .	
Platina	Borda	1,00085655	
Desgl.	Dulong und Petit	1,00068420	$\frac{1}{1181}$
Desgl.	Troughton	1,00099180	
Desgl. u. Glas	Berthoud	1,00110000	
Palladium	Wollaston	1,00100000	
Antimonium	Smeaton	1,00108300	
Prisma von Gußeisen	Roy	1,00110940	
Gußeisen	Lavoisier durch D. Young	1,00111111	
Stahl	Troughton	1,00118990	
Stahlstäbchen	Roy	1,00114470	
Blasenstahl	Philos. Trans. 1795. 428	1,00112500	
Desgl.	Smeaton	1,00115000	
Nicht gehärteter Stahl	Lavoisier u. Laplace	1,00107875	$\frac{1}{927}$
Desgl.	Ders. Ders.	1,00107956	$\frac{1}{926}$
Gelb gehärteter Stahl	Lavoisier u. Laplace	1,00136900	
Desgl.	Ders. Ders.	1,00138600	
Desgl. in einer höhern Hitze	Ders. Ders.	1,00123956	$\frac{1}{807}$
Stahl	Troughton	1,00118980	
Harter Stahl	Smeaton	1,00122500	
Brennstahl	Muschenbrock	1,00122000	
Gehärteter Stahl	Ders.	1,00137000	
Eisen	Borda	1,00115600	
Desgl.	Smeaton	1,00125800	
Geschmiedetes Weicheisen	Lavoisier u. Laplace	1,00122045	
Starker Eisendraht	Ders. Ders.	1,00123504	
Eisendraht	Troughton	1,00144010	
Eisen	Dulong u. Petit	1,00118203	$\frac{1}{846}$
Wismuth	Smeaton	1,00139200	
Brenngold	Muschenbrock	1,00146000	
Gold	Ellicot, durch Vergleichung	1,00150000	
Desgl. durch die Quart erlangt	Lavoisier u. Laplace	1,00146606	$\frac{1}{642}$
Desgl. Pariser ungebranntes	Ders. Ders.	1,00155155	$\frac{1}{646}$
Desgl. desgl. gebranntes	Ders. Ders.	1,00151361	$\frac{1}{661}$
Kupfer	Muschenbrock	1,00191000	
Desgl.	Lavoisier u. Laplace	1,00172244	$\frac{1}{581}$
Desgl.	Ders. Ders.	1,00171222	$\frac{1}{584}$
Desgl.	Troughton	1,00191880	
Desgl.	Dulong u. Petit	1,00171821	$\frac{1}{582}$
Messing	Borda	1,00178300	
Desgl.	Lavoisier u. Laplace	1,00186671	
Desgl.	Ders. Ders.	1,00188971	
Plattmessing, angebl. von Hamburg	Roy	1,00185540	

Dimensionen, welche ein Stab von 212° Fahr. erhält, dessen Länge bey 32° Fahr. gleich ist, 1,000000			Ausdehnung in gew. Brüchen
Gußmessing	Smeaton	1,00187500	
Englisches Tafelmessing in Stangen	Roy	1,00189280	
Desgl. desgl. in Troggestalt	Ders.	1,00189490	
Messing	Troughton	1,00191880	
Messingdraht	Smeaton	1,00193000	
Messing	Muschenbrock	1,00216000	
Kupfer 8, Zinn 1	Smeaton	1,00181700	
Silber	Herbert	1,00189000	
Desgl.	Ellicot, durch Vergleichung	1,00210000	
Desgl.	Muschenbrock	1,00212000	
Desgl. kugellirtes	Lavoisier u. Laplace	1,00190974	$\frac{1}{524}$
Desgl. Pariser	Ders. Ders.	1,00190868	
Silber	Troughton	1,00208260	
Messing 16, Zinn 1	Smeaton	1,00190800	
Spiegelmetall	Ders.	1,00193300	
Zinkloth, Messing 2, Zink 1	Ders.	1,00205800	
Malacca-Zinn	Lavoisier u. Laplace	1,00193765	$\frac{1}{516}$
Zinn	Muschenbrock	1,00284000	
Weichloth; Bley 2, Zinn 1	Smeaton	1,00250800	
Zink 8, Zinn 1, ein wenig gehämmert	Ders.	1,00269200	
Bley	Lavoisier u. Laplace	1,00284836	$\frac{1}{351}$
Desgl.	Smeaton	1,00286700	
Zink	Ders.	1,00294200	
Zinn à Fuß um 1/2 Zoll ausgehämmert	Ders.	1,00301100	
Glas von 32° bis 212°	Dulong u. Petit	1,00086130	$\frac{1}{1161}$
Desgl. von 212° bis 392°	Ders. Ders.	1,00091827	$\frac{1}{1089}$
Desgl. von 392° bis 572°	Ders. Ders.	1,00101114	$\frac{1}{989}$

Um die Ausdehnung im Volumen zu erhalten, multipliciret man die Decimalzahlen mit 3, oder dividiret den Nenner der gewöhnlichen Brüche durch 3 und der Quotient ist in jedem Falle die gesuchte Ausdehnung. Uebrigens erhellet noch aus dieser Tabelle, daß zwischen den Temperaturen des thauenden Eises und des siedenden Wassers die Ausdehnung des Metalls für dieselbe Anzahl der Grade ziemlich gleich bleibe. Dieselbe Verhältnißmäßigkeit zwischen den Grenzen dieser Temperaturen findet auch bey den Ausdehnungen des Quecksilbers und de-

nen der Gasarten Statt, wie dies vom Herrn Gay-Lussac α) aufs vollkommenste nachgewiesen ist.

Um die Ausdehnung gasförmiger Substanzen genau und scharf zu messen, muß man vor allen Dingen eine bestimmte Menge derselben in Röhren einschließen, welche aufs genaueste in Theile von gleicher Capacität graduirt sind, und sich in Kugeln endigen, welche im Verhältnisse zum Durchmesser der Röhre ein bedeutendes Volumen haben. In einer solchen Röhre müssen sie unter einem bekannten Druck erhalten, und verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden, wobey man zugleich beobachtet, um wie viel sie sich ausdehnen oder zusammenziehen. Zur genauen Operation aller dieser Vorrichtungen sind aber verschiedene Vorsichtsmaßregeln erforderlich.

Zur genauen Gradeintheilung der Röhren bediente sich Gay-Lussac einer Methode, die Biot β) weitläuftig beschrieben hat. Um die Capacität der Röhre und der Kugel kennen zu lernen, füllt man sie nach einander mit Quecksilber an, und bestimmt nach der Gewichtszunahme, die sie dabey erhalten, und die man durch die Wage mißt, das Volumen, welches sie fassen können; indem man weiß, daß ein Cubikmillimeter Quecksilber (0,087113 Cubiklinien) bey einer Temperatur von 0 Grad 13,59719 Milligrammen (beinahe $\frac{1}{4}$ Gran) wiegt. Ferner ist erforderlich, die Röhren, ehe sie mit den gasförmigen Substanzen gefüllt werden, vollkommen auszutrocknen: denn legt sich inwendig an die Glasröhren, welche offen der freyen Luft ausgesetzet sind, eine kleine unsichtbare Schicht Feuchtigkeit an, so wird solche durch die Wärme in Dampfgestalt losgerissen, vermischt sich mit dem in die Röhre gebrachten Gas, und vergrößert dadurch sein Volumen. Da nun die Menge der auf diese Art ausgehauchten Dünste mit der Temperatur steigen muß, bis die dünne Wasserschicht

α) Biot's Lehrbuch der Experimentalphysik. B. I. S. 238 ff.
β) Traité de physique experim. To. I. p. 46 f.

gänzlich erschöpft ist, so sieht man, wie vermöge des Einflusses dieser fremden Ursachen die der Gasart eigenthümliche Ausdehnung immer noch einen Zuwachs erhalten muß, welcher mit der Temperatur steigt. Dies ist für mehre Physiker eine Ursache der Irrung gewesen. Das einzige Mittel, sich dagegen zu sichern, ist, diese dünne Wasserschicht vorher durch Verwandlung in Dünste zu verjagen, indem man die Röhre stark erhitzt. Damit aber die Röhre beym freyen Zutritt der Luft nicht wieder mit Feuchtigkeit inwendig belegt werde, muß man sie mit Quecksilber füllen, und dieses darin, wie in einem Thermometer, sieden lassen. Mag nun, was wol bemerkt zu werden verdient, dieses Sieden die am Glase hängende Wasserschicht ganz oder nicht ganz verjagt haben; wenigstens wird nichts mehr davon ausgehaucht werden können, wenn die Röhre geringern Temperaturen ausgesetzet wird, als die ist, bey welcher das Quecksilber siedet. Dies war die erste von Gay-Lussac beobachtete Vorsichtsmaßregel.

Um nun in die Röhre nichts, als trockene atmosphärische oder andere Gasarten einzubringen, kittete Gay-Lussac an ihr offenes Ende eine andere weitere Röhre, welche sich als eine Art Recipient, das Gas zu fassen, betrachten ließ. Diese Röhre war zum Theil mit Stücken salzsauren Kalks oder eines andern die Feuchtigkeit einsaugenden Salzes gefüllt. Auch wurde sie vorher luftleer gemacht, damit sich das eingebrachte Gas mit keiner atmosphärischen Luft vermischen konnte. Um nun eine gewisse Quantität Luft in die Röhre einzubringen, bediente sich Gay-Lussac eines kleinen, ganz feinen, schon zuvor in diese Röhre gebrachten, Eisendrahtes. Er neigte die Röhre, oder kehrte sie vertikal um, und ließ so eine große Menge des darin enthaltenen Quecksilbers ausfließen, dessen Stelle durch ein gewisses Volumen Gas eingenommen ward. Dies Verfahren kann man unter Beobachtung einiger Vorsicht so weit bringen, daß in der Röhre blos noch eine kleine Queck-

nen der Gasarten Statt, wie dies vom Herrn Gay-Lussac [a]) aufs vollkommenste nachgewiesen ist.

Um die Ausdehnung gasförmiger Substanzen genau und scharf zu messen, muß man vor allen Dingen eine bestimmte Menge derselben in Röhren einschließen, welche aufs genaueste in Theile von gleicher Capacität graduirt sind, und sich in Kugeln endigen, welche im Verhältnisse zum Durchmesser der Röhre ein bedeutendes Volumen haben. In einer solchen Röhre müssen sie unter einem bekannten Druck erhalten, und verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden, wobey man zugleich beobachtet, um wie viel sie sich ausdehnen oder zusammenziehen. Zur genauen Operation aller dieser Vorrichtungen sind aber verschiedene Vorsichtsmaßregeln erforderlich.

Zur genauen Gradeintheilung der Röhren bediente sich Gay-Lussac einer Methode, die Biot [β]) weitläufig beschrieben hat. Um die Capacität der Röhre und der Kugel kennen zu lernen, füllt man sie nach einander mit Quecksilber an, und bestimmt nach der Gewichtszunahme, die sie dabey erhalten, und die man durch die Wage mißt, das Volumen, welches sie fassen können; indem man weiß, daß ein Cubikmillimeter Quecksilber (0,087113 Cubiklinien) bey einer Temperatur von 0 Grad 13,59719 Milligrammen (beinahe $\frac{1}{4}$ Gran) wiegt. Ferner ist erforderlich, die Röhren, ehe sie mit den gasförmigen Substanzen gefüllt werden, vollkommen auszutrocknen: denn legt sich inwendig an die Glasröhren, welche offen der freyen Luft ausgesetzet sind, eine kleine unsichtbare Schicht Feuchtigkeit an, so wird solche durch die Wärme in Dampfgestalt losgerissen, vermischt sich mit dem in die Röhre gebrachten Gas, und vergrößert dadurch sein Volumen. Da nun die Menge der auf diese Art ausgehauchten Dünste mit der Temperatur steigen muß, bis die dünne Wasserschicht

---

α) Biot's Lehrbuch der Experimentalphysik. B. I. S. 238 ff.
β) Traité de physique experim. To. I. p. 46 f.

gänzlich erschöpft ist, so sieht man, wie vermöge des Einflusses dieser fremden Ursachen die der Gasart eigenthümliche Ausdehnung immer noch einen Zuwachs erhalten muß, welcher mit der Temperatur steigt. Dies ist für mehre Physiker eine Ursache der Irrung gewesen. Das einzige Mittel, sich dagegen zu sichern, ist, diese dünne Wasserschicht vorher durch Verwandlung in Dünste zu verjagen, indem man die Röhre stark erhitzt. Damit aber die Röhre beym freyen Zutritt der Luft nicht wieder mit Feuchtigkeit inwendig belegt werde, muß man sie mit Quecksilber füllen, und dieses darin, wie in einem Thermometer, sieden lassen. Mag nun, was wol bemerkt zu werden verdient, dieses Sieden die am Glase hängende Wasserschicht ganz oder nicht ganz verjagt haben; wenigstens wird nichts mehr davon ausgehaucht werden können, wenn die Röhre geringern Temperaturen ausgesetzet wird, als die ist, bey welcher das Quecksilber siedet. Dies war die erste von Gay-Lussac beobachtete Vorsichtsmaßregel.

Um nun in die Röhre nichts, als trockene atmosphärische oder andere Gasarten einzubringen, kittete Gay-Lussac an ihr offenes Ende eine andere weitere Röhre, welche sich als eine Art Recipient, das Gas zu fassen, betrachten ließ. Diese Röhre war zum Theil mit Stücken salzsauren Kalks oder eines andern die Feuchtigkeit einsaugenden Salzes gefüllt. Auch wurde sie vorher luftleer gemacht, damit sich das eingebrachte Gas mit keiner atmosphärischen Luft vermischen konnte. Um nun eine gewisse Quantität Luft in die Röhre einzubringen, bediente sich Gay-Lussac eines kleinen, ganz feinen, schon zuvor in diese Röhre gebrachten, Eisendrahtes. Er neigte die Röhre, oder kehrte sie vertikal um, und ließ so eine große Menge des darin enthaltenen Quecksilbers ausfließen, dessen Stelle durch ein gewisses Volumen Gas eingenommen ward. Dies Verfahren kann man unter Beobachtung einiger Vorsicht so weit bringen, daß in der Röhre blos noch eine kleine Queck-

silbersäule bleibt, die als Kolben dient; der übrige ganze Raum bis zur Kugel der Röhre ist mit dem hineingebrachten trockenen Gas angefüllt. Operirt man mit atmosphärischer Luft, so ist es nicht nöthig, den Recipienten luftleer zu machen; man braucht blos die Luft einige Zeit darin über den Salzen stehen zu lassen, und dann in die enge Röhre auf die angezeigte Art zu bringen.

Nachdem das Gas gehörig eingebracht worden, hat man es nach und nach verschiedenen Temperaturen auszusetzen. Zu diesem Zwecke gebrauchte Gay-Lussac ein metallenes Gefäß in Gestalt eines Parallelepipedums, dessen Boden über einem Ofen von derselben Größe stand. In dies Gefäß wurde Wasser gegossen, und bis zu verschiedenen Graden erhitzt. Ein Thermometer, welches vertikal in dies Wasser tauchte, und mit seiner Röhre über den Deckel des Gefäßes hinausragte, diente zu einer ungefähren Angabe seiner Temperatur, damit man wußte, ob das Feuer verstärkt oder geschwächt werden müsse. Die das Gas enthaltende Röhre durfte aber keinesweges auf dieselbe Art ins Wasser getaucht werden, indem die verschiedenen Horizontalschichten einer von unten erhitzten Flüssigkeit ganz verschiedene Temperaturen besitzen. Um also genau zu bestimmen, in was für einem Grade das Gas sich befinde, wurde die Röhre, worin es sich befand, in eine horizontale Lage gebracht, wo dann die Anzeige ihrer Temperatur durch ein besonderes Thermometer erhalten wurde, welches jener Röhre gegen über in der nämlichen Schicht horizontal angebracht war. Damit aber hiebey keine Irrungen in der Beobachtung eintraten, wurden die Mündungen, durch welche die Röhren in das metallene Gefäß eintraten, mit Korkstöpseln verschlossen, welche in der Mitte eine Oeffnung hatten, durch welche sich die Röhren mit Reibung hin und zurück schieben ließen. Auf diese Art war es möglich, die Temperatur des Gas zu bestimmen, in welcher es sich befand. Wurde also zuerst Wasser von Null Grad in das Gefäß gebracht, und dann stuffenweise die

Temperatur desselben bis zum Sieden erhöhet, oder auch das umgekehrte Verfahren angewendet, so erhielt man in jedem Augenblicke die Temperatur des geprüften Glases genau. Nur mußte von der so gefundenen Ausdehnung des Gases die Ausdehnung der Glasröhren abgezogen werden. Veränderte sich überdem während des Versuchs der Luftdruck, so wurde auch dieserwegen die nöthige Correction angebracht. Auf solche Art erfuhr man ganz genau, welches Volumen die nämliche Masse Gas bey verschiedenen Temperaturen, unter Voraussetzung eines sich gleich bleibenden Luftdrucks eingenommen haben würde; und dann hatte man blos diese Volumina unter einander noch zu vergleichen, um zu wissen, ob die Ausdehnung gleichförmig oder ungleichförmig erfolgt. Dieser Versuch auf die beschriebene Art und mit allen angezeigten Vorsichtsmaßregeln angestellt, und so wol mit atmosphärischer Luft als andern Gasarten in vollkommen trockenen Zustande öfters wiederholt, führte Herrn Gay-Lussac zu folgenden Resultaten:

Alle bleibenden Gasarten dehnen sich, wenn sie gleicher Temperatur und gleichem Drucke ausgesetzt werden, genau um gleich viel aus; die Größe ihrer gemeinschaftlichen Ausdehnung vom Frostpunkt bis zum Siedpunkt beträgt, unter Voraussetzung eines beständigen Drucks, 0,375 des Volumens, das sie ursprünglich bey Null haben. Zwischen diesen beyden Grenzen ist die Ausdehnung der Gasarten der Ausdehnung des Quecksilbers genau proportional; woraus folgt, daß für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, bey demselben Druck, alle Gasarten sich um eine Größe ausdehnen, welche den 0,00375sten Theil des Volumens ausmacht, das sie bey der Temperatur des thauenden Eises einnehmen.

Dalton, der um dieselbe Zeit sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigte, fand mit sehr geringen Ausnahmen dieselben Resultate, als sie Gay-Lussac gefunden hatte. Einige Zeit darauf haben sich die Herrn Petit

und Dulong *) mit dem nämlichen Gegenstande beschäftiget, und mit Hülfe eines Apparats, welcher dem des Herrn Gay-Lussac nahe kommt, die angeführten Resultate bestätiget. Da die letztern statt des Wasserbades ein Bad aus fettem Oel anwendeten, um dasselbe auf höhere Temperatur zu bringen, so vermochten sie der Vergleichung der Ausdehnungen einen größern Umfang zu geben; und so fanden sie denn, daß bey Temperaturen über 100° das Quecksilber sich geschwinder als die Gase ausdehnet, und zwar um so mehr, je näher es dem Siedgrade kömmt. Eben so fanden sie, daß das Glas, das Kupfer, das Platin und das Eisen bey diesen hohen Temperaturen gegen die Gasarten und selbst gegen das Quecksilber ein steigendes Verhältniß in ihrem Gange befolgen.

Auch von den dunstförmigen Flüssigkeiten überzeugte sich Gay-Lussac, daß sie sich ganz nach denselben Gesetzen, als die Gasarten, ausdehnen, so lange sie nicht in tropfbaren Zustand zurückkehren. Um dies durch einen Versuch zu erweisen, nahm er die austrocknenden Salze aus dem Recipienten heraus, und brachte in die enge Röhre nicht getrocknetes Gas, welches folglich mit der Feuchtigkeit geschwängert war, die es im natürlichen Zustande in Dunstgestalt enthält, und die von den austrocknenden Salzen unter Gewichtszunahme derselben eingesaugt zu werden vermag. Vermöge dieses Verfahrens fand sich der Raum in der engen Röhre mit einer Mischung von Gas und Wasserdünsten angefüllt; und diese Mischung dehnte sich, wenn sie nach und nach in verschiedene immer höhere Temperaturen gebracht wurde, gerade so aus, als hätte dasselbe Volumen blos aus trockenem Gas bestanden. Dies Gesetz darf aber keinesweges auf solche Fälle ausgedehnet werden, wo die Temperatur unter den Grad erniedriget wird, auf welchem sie beym Einbringen des Gases stand, indem dasselbe Volumen Gas bey einer

*) Annales de chemie et de physique To. VII. p. 117 sqq.

gegebenen Temperatur nur eine bestimmte Menge Wasser in Dunstgestalt enthalten kann; wonach, wenn es bey einem gewissen Temperaturgrade mit Wasserdünsten gesättiget war, beym Sinken der Temperatur ein Theil dieser Dünste sich in tropfbar flüssiger Gestalt niederschlagen muß. Da dieser Theil in seiner neuen Form ein weit geringeres Volumen als vorher, einnimmt, so wird dadurch das absolute Volumen des Gases vermindert, und seine Spannkraft verändert werden; und es werden sich aus dieser doppelten Ursache die Gesetze seiner scheinbaren Ausdehnung abändern müssen.

Gay-Lussac untersuchte auch die Ausdehnung des Aetherdunstes und fand sie nicht verschieden von der der Gasarten, woraus die Vermuthung hervorzugehen schien, daß dies Resultat allgemein für alle Arten von Dünsten gilt, so lange sie im luftförmigen Zustande bleiben.

Mit Hülfe dieser Erfahrungen lassen sich Aufgaben auflösen, nach welchen eine und die nämliche Gasart Volumina einnehmen muß, wenn man sie successiv verschiedenem Druck und verschiedenen Temperaturen aussetzt. Z. B. das Volumen einer Gasmenge betrüge bey der Temperatur des thauenden Eises und unter dem Druck vom $0,^{me}76$ genau einen Litre; wie viel wird es bey der Temperatur von 10° betragen, bey demselben Drucke? Hier hat man nur nöthig, das ursprüngliche Volumen um 10 mal 0,00375 zu vermehren; indem 0,00375 die Ausdehnung eines, ursprünglich als 1 gesetzten, Volumens für einen Grad ausdruckt. Das Hinzuaddirende wird mithin 0,375 Litre betragen, und das ganze ausgedehnte Volumen 1,0375 Litre.

Gesetzt auch, der Druck ändere sich ab; er sey z. B. $0,^{m}38$, so hat man zu Folge Mariotte's Gesetzes das vorige Volumen 1,0375 Litre, durch den neuen Druck $0,^{m}38$, dem es ausgesetzt werden soll, zu dividiren, und mit demselben Druck $1,^{m}76$, dem es anfänglich ausgesetzt war, zu multipliciren; indem bey Gleich-

heit der Temperatur, die Volumina einer und derselben Grundmasse sich umgekehrt, wie die sie zusammendrückenden Druckkräfte verhalten. Es wird also das gesuchte Volumen $\frac{0^m,76}{0^m,38} \cdot 1,0375 = 2 \cdot 1,0375 = 2,0750$ Litres betragen, also das Doppelte von dem, was es vor Veränderung des Drucks betrug.

Was die Ausdehnung der tropfbar flüssigen Körper betrifft, so findet dabey nicht mehr die Gleichförmigkeit, wie bey den Gasarten, Statt, besonders, wenn sie sich dem Punkte ihres Siedens oder Gefrierens nähern. Um wo möglich das Gesetz zu entdecken, nach welchem die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten erfolget, stellte Gay-Lussac *) eine Reihe von Versuchen an. Er bediente sich hiezu einer genau celibrirten Glasröhre, die sich in eine Kugel von einer im Verhältniß zur Röhre bedeutenden Capacität endigte. In diese Vorrichtung wurde die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht, dieselbe darin gekocht, und zuletzt die Röhre, wenn sich die Flüssigkeit so weit ausgedehnt hatte, daß sie damit angefüllt war, hermetisch verschlossen. Dies so verfertigte wahre Thermometer wurde in eine Flüssigkeit gebracht, welche nach und nach erhitzt wurde, so daß an den gehörigen Abtheilungen der graduirten Röhre die Ausdehnung der zu untersuchenden Flüssigkeit beobachtet werden konnte. Der Siedpunkt einer jeden Flüssigkeit wurde als Null betrachtet, und von diesem Punkte wurden die Grade abwärts nach der hunderttheiligen Skale gerechnet. Die Flüssigkeiten, welche den Versuchen unterworfen wurden, waren Wasser, Alkohol, Schwefelkohlenstoff und Schwefeläther. Ihre Siedpunkte waren folgende:

Wasser	100° d. hund. Skale oder				211°	Fahr.
Alkohol	78,41	—	—	—	173	—
Schwefelkohlenstoff	46,60	—	—	—	126	—
Schwefeläther	35,66	—	—	—	96	—

*) Annales de chimie et de physique. To. II. p. 130 sqq.

Die folgende Tafel giebt die Zusammenziehungen an, welche in dem Volumen dieser verschiedenen Flüssigkeiten Statt fanden, wenn sie verschiedenen Temperaturen unterhalb ihres Siedpunctes ausgesetzt wurden:

Wasser.		Alkohol.		Schwefelkohlenstoff		Schwefeläther	
Temperat.	Zusammenz.	Temperat.	Zusammenz.	Temperat.	Zusammenz.	Temperat.	Zusammenz.
0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
3,6	2,44	4,4	4,90	1,3	1,59	1,3	2,08
8,0	5,40	5,5	6,08	3,6	4,38	2,6	4,04
9,2	6,13	6,7	7,59	5,0	6,14	4,4	7,18
14,3	10,13	11,6	13,25	7,9	9,67	6,1	9,88
21,0	13,68	15,2	17,82	10,1	12,12	7,7	12,46
26,6	17,00	19,8	23,13	12,4	14,93	9,1	14,74
33,1	20,53	23,6	27,52	15,0	17,98	10,7	17,33
39,9	24,06	26,8	31,15	17,8	21,20	12,2	19,76
46,2	26,95	31,8	36,79	22,4	24,27	14,0	22,65
51,4	29,14	34,8	40,05	22,9	27,10	16,9	27,06
56,4	31,16	40,8	46,57	25,0	29,65	20,3	32,27
61,5	32,94	47,9	53,81	27,3	31,98	21,9	33,46
67,4	34,76	51,9	57,92	29,8	34,84	25,1	40,37
72,2	36,07	56,7	62,74	31,1	36,27	28,8	44,69
76,1	36,94	61,2	67,15	33,3	38,68	30,3	45,47
78,7	37,45	62,9	68,88	35,7	41,20	31,0	47,81
80,2	37,74	63,5	69,33	37,4	43,01	31,1	47,88
80,4	37,80	65,5	71,16	38,1	43,68	34,0	50,72
84,5	38,25	67,3	72,97	41,0	46,85	37,3	55,25
86,0	38,52	70,7	76,10	42,3	48,11	39,9	58,54
		72,5	77,85	44,7	50,68	40,5	59,56
		73,8	79,03	47,7	53,94	48,2	69,67
				50,0	56,28	51,6	74,04
				51,1	57,39	53,1	75,87
				61,7	67,83	54,3	77,45
				63,3	69,43	54,7	77,90
				64,3	70,45	55,4	78,84

Gay-Lussac bemerkte anfänglich gleich, daß diese Resultate von der Zusammenziehung des Glases nothwendig verbessert werden müßten. Um also den Gang der Ausdehnung besser zu erkennen, wurde zugleich folgende Tafel nach einer von Biot angegeben Formel be-

rechnet, welche den Grad der Zusammenziehung für jede fünf Grade des hunderttheiligen Thermometers unterhalb des Siedpunktes jeder Flüssigkeit zeigt:

Temperatur	Wasser		Alkohol		Schwefelkohlenstoff		Schwefeläther	
	Zusammenz. a. Versuch.	Dies. berechnet	Zusammenz. a. Versuch.	Dies. berechnet	Zusammenz. a. Versuch.	Dies. berechnet	Zusammenz. a. Versuch.	Dies. berechnet
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3,34	3,35	5,55	5,56	6,14	6,07	8,15	8,16
10	6,61	6,65	11,43	11,24	12,01	12,08	16,17	16,01
15	10,50	9,89	17,51	17,00	17,98	17,99	24,16	23,60
20	13,15	13,02	24,34	23,41	23,80	23,80	31,83	30,92
25	16,06	16,06	29,15	28,60	29,65	29,50	39,14	38,08
30	18,85	18,95	34,74	34,37	35,06	35,05	46,42	45,04
35	21,52	21,67	40,28	40,05	40,48	40,43	52,06	51,86
40	24,10	24,20	45,68	45,66	45,77	45,67	58,77	58,57
45	26,50	26,52	50,85	51,11	51,08	50,70	65,48	65,20
50	28,56	28,61	56,02	56,37	55,28	55,52	72,01	71,79
55	30,60	30,43	61,01	61,43	61,14	60,12	78,38	78,36
60	32,42	31,46	65,96	66,23	66,21	64,48		
65	34,02	33,19	70,74	70,75				
70	35,47	34,09	75,48	74,93				
75	36,70	34,63	80,11	78,75				

Aus dieser Tafel erhellet 1. daß sich das Wasser viel geringer ausdehnet, als der Alkohol und der Schwefelkohlenstoff, und diese geringer, als der Aether; 2. daß der Alkohol und der Schwefelkohlenstoff denselben Grad der Ausdehnung erfahren. Gay-Lussac zeigte, daß das Resultat bey den letztern von der gleichen Dichte der Dünste herrühre. Er nahm nämlich statt der Gewichte, gleiche Volumen von diesen Flüssigkeiten und brachte sie zum Sieden. Daraus fand er, daß

Alkohol bey	78,41 Graden sein	488,3faches	Volumen an Dunst erzeuget
Schwefelkohlenstoff bey	46,60 —	— 491,1 —	— — —
Aether bey	35,66 —	— 285,9 —	— — —
Wasser bey	100,00 —	— 1633,1 —	— — —

Hieraus ergab sich, daß der Alkohol und der Schwefelkohlenstoff ein gleiches Volumen an Dunst hervorbringen, und daher in Ansehung ihrer Siedpunkte gleiche Dichtigkeit besitzen.

Das angeführte und bisher gebrauchte Verfahren, die Ausdehnung tropfbar flüssiger Körper zu bestimmen, ist bey allen dabey angewandten Vorsichtsmaßregeln nicht genau genug, und giebt zu verschiedenen Irrungen Veranlassung. Daher ist es sicherer, mit folgender Vorrichtung und Vorsicht dergleichen Versuche anzustellen: Man bildet eine weite Heberröhre mit horizontalem untern Theile, und zwey senkrecht in die Höhe stehenden Schenkeln, gießt die zu beobachtende Flüssigkeit hinein, und bringt sie in beyden Schenkeln ins Niveau. Hierauf erhitzt man den einen Schenkel, während man den andern Schenkel bey einer gleichförmigen Temperatur erhält, und beobachtet, um wie viel der oberste Punkt der erhitzten Säule, höher als der der kalten steht. Da nun der Druck, den beyde Säulen auf die, im horizontalen Schenkel enthaltene Flüssigkeit, ausüben, das Gleichgewicht nicht stören kann, weil beyde Säulen mittelst dieses Schenkels frey mit einander communiciren, so findet man in der Größe, um welche sich die wärmere Säule verlängert, den reinen Ausdruck für die Ausdehnung, welche die Wärme in ihr verursachet hat; und der Niveauunterschied der Flüssigkeit in beyden Schenkeln giebt daher unmittelbar das Maaß dieser Ausdehnung. Hiebey werden aber vielerley Vorsichtsmaßregeln erfordert. Zuerst muß man aufs genaueste überzeugt seyn, daß die beyden Schenkel wirklich vertikal sind; ferner muß die Temperatur jedes derselben aufs genaueste gemessen, und diese hinlänglich lang auf derselben Stufe erhalten werden, um den Niveauunterschied messen zu können. Dies Maaß muß endlich mit einem Apparat genommen werden, welcher mit der größten Schärfe eingetheilet und mit einem Perspektiv mit Fäden versehen ist, um die geringsten Bruchtheile des Höhenunterschiedes noch beobachten zu können. Auf diese Art haben die Herrn Dulong und Petit die absolute Ausdehnung des Quecksilbers zu bestimmen gesucht, wovon man den Artikel: Barometer Th. VIII. S. 179 ff. nachsehen kann. Un-

ter allen übrigen tropfbaren Flüssigkeiten, deren Ausdehnung durch die Wärme noch wenig untersuchet ist, hat man das Wasser noch am meisten den Versuchen unterworfen. Herr de Luc, welcher eine große Menge solcher Versuche über die Ausdehnung verschiedener Flüssigkeiten angestellet hat, fand dabey in Hinsicht des Wassers, daß die Temperatur, bey welcher die Dichtigkeit des Wassers, am größten ist, mehre Grade höher liegt, als diejenige, bey welcher es frieret. Diese von de Luc aufgefundene Thatsache hat sich nach der Zeit aufs vollkommenste bestätiget, nur wurden von verschiedenen Versuchsanstellern auch verschiedene Resultate gefunden. Dalton [α]) setzte das Maximum der Dichte des Wassers auf 24°,5 Fahren., Lefevre, Guineau [β]) auf 4°,4 der hundertth. Skale (39,875 Fah.) Hallström [γ]), ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases, zwischen 41° und 42°,8 Fahr. ziemlich in die Mitte, v. Rumford auf 4°,44, Hope zwischen 3°,88 und 3°,33, Trubles auf 4°,35. Nach der Gesammtheit der Versuche zu urtheilen, welche zur Bestimmung des Maximums der Dichte des Wassers angestellet sind, fällt es zwischen + 3°,43 und + 4°,44 der hunderttheiligen Skale; tiefer herab nimmt das Wasser, selbst noch bis unter Null Grad, an Volumen zu.

In Frankreich ist der Punkt der größten Verdichtung des Wassers bey Bestimmung der Gewichtseinheit im Metersysteme zum Grunde geleget worden. Diese Gewichtseinheit, die den Namen Gramme erhalten hat, ist dem Gewicht eines auf den Punkt der größten Verdichtung gebrachten Cubikcentimeters destillirten Wassers gleich. Hiernach wird man also aus der Anzahl von Cubikcentimetern, welche in der Capacität eines Gefäßes enthalten sind, sogleich die Anzahl von Grammen Was-

α) Gilbert's Annalen d. Physik B. XIV. S. 294.
β) Journal de physique Vol. XLIX. p. 171.
γ) Gilbert's Annalen der Physik. B. XX. S. 384 ff.

sers finden können, die es bey der Temperatur des Maximums der Dichtigkeit erhalten würde; oder hat man umgekehrt durch die Wage die Gewichtsbestimmung des, bey eben dieser Temperatur in dem Gefäße enthaltenen Wassers gefunden, so wird sich sogleich sein Volumen daraus ergeben, wenn man für jeden Grammen einen Cubikcentimeter rechnet.

(Zus. z. S. 424. Th. V. und z. S. 774 Th. VI.). Ueber das Wesen der Wärme hat man in den neuern Zeiten eben so wenig Aufklärung erhalten, als vormals. Die Erfahrung lehret uns blos, daß die Wärme in den Körpern sich verbreitet, von einem zu dem andern übergeht, darin gebunden und daraus wieder frey wird, und die Anordnung, die Abstände und die anziehenden Eigenschaften ihrer Theile modificirt. Dies sind Andeutungen, welche uns der Erfahrung zu Folge keine sichern Beweisgründe für die Materialität der Wärme geben. Aus den neuesten Entdeckungen, welche in Hinsicht der Strahlung der Wärme sind aufgefunden worden, so wie aus andern Erscheinungen, welche auf gleiche Art dem Lichte zukommen, haben mehre Physiker geschlossen, daß Licht und Wärme auf einerley Princip beruhen. Indessen giebt es auch mehre Erscheinungen, aus welchen eine gänzliche Verschiedenheit der Wärme und des Lichtes hervorzugehen scheinet. M. s. hievon den Artikel: Licht; S. 720 f. f. Th. IX. Ob also der Wärme eine wirkliche Materialität zum Grunde zu legen ist, oder ob sie blos in einem Bewegungsprincip bestehe, das ist noch zur Untersuchung der Zukunft vorbehalten.

Wärme, specifische (Zus. z. S. 438. Th. V.). Ueber die Capacität der Körper für die Wärme haben in den neuern Zeiten die Herrn Dulong und Petit *) eine große Reihe von Versuchen angestellt, und gefunden, daß die Capacität für Wärme mit den Temperaturen wächst, wie aus folgenden Anzeigen erhellet. Dabey

*) Annales de chimie et de physique. To. VII. p. 147.

wurden die Temperaturen mit dem Luftthermometer gemessen, und die Capacität des Wassers wurde als Einheit angenommen.

Mittlere Capacität des Eisens von 0° bis 100° = 0,1098
" " " " " 200° = 0,1150
" " " " " 300° = 0,1218
" " " " " 350 = 0,1255

	Mittlere Capacitäten zwischen 0° und 100°	Mittlere Capacitäten zwischen 0° u. 300°
des Quecksilbers	0,0330	0,0350
— Zinks	0,0927	0,1015
— Antimons	0,0507	0,0549
— Silbers	0,0557	0,0611
— Kupfers	0,0949	0,1013
— Platins	0,0355	0,0355
— Glases	0,177	0,1900

Herr Desprez *) hat die specifischen Wärmen der verschiedenen Metalle aus ihrem in freyer Luft erfolgenden Abkühlen zu bestimmen gesucht. Da die Zeit, binnen welcher sich ein fester Körper in der atmosphärischen Luft abkühlet, im geraden Verhältnisse seiner Dichtigkeit und seiner specifischen Wärme steht, so folgt, daß sich letztere bestimmen läßt, wenn man aus Beobachtung die beyden erstern kennt. Um aber aus dieser Art von Beobachtungen genaue Resultate zu erhalten, sind mehre Vorsichtsmaßregeln dabey nöthig. Zuerst müssen die Dimensionen der kugelförmig gebildeten metallischen Körper so klein seyn, daß die Temperatur des Mittelpunktes von der Oberfläche unendlich wenig verschieden ist; hiernächst muß die anfängliche Temperatur des Körpers die der umgebenden atmosphärischen Luft in allen Versuchen um ein und dieselbe Größe übertreffen; auch muß der Zustand der Oberflächen der Körper genau derselbe seyn, und der Mittelpunkt des Behälters des Thermometers mit dem Mittelpunkte der Kugeln zusammenfallen.

*) Annales de chemie et de physique. To. X. p. 184 sqq.

Herr Desprez hatte alle diese Vorsichtsmaßregeln in Ausübung, und besonders die Oberflächen der Metalle dadurch auf einerley Zustand gebracht, daß er sie mit Lagen von Firniß so lange überzog, bis die Zeit des Abkühlens auf das Minimum zurückgebracht wurde. Aus seinen verschiedentlich angestellten Versuchen ergaben sich die Resultate, welche er in folgender Tafel zusammenstellte:

Metalle	Polirt	Mit Firniß überzogen				Verhältniß
		1ste Lage	2te Lage	3te Lage	4te Lage	
Schmiedeeisen	9′ 56″	5′ 44″	5′ 40″	5′ 40″	. . .	1000 : 570
Stahl	10′ 17″	5′ 50″	5′ 48″	5′ 48″	. . .	1000 : 564
Gußeisen	9′ 41″	5′ 55″	5′ 52″	5′52″,6	. . .	1000 : 655
Messing	8′41″,5	4′57″,5	4′ 49″	4′45″,5	4′45″,5	1000 : 561
Zink	7′ 53″	4′ 26″	4′ 24″	4′24″,6	. . .	1000 : 529
Zinn	4′37″,5	2′23″,5	2′ 37″	2′ 37″	. . .	1000 : 566
Bley	3′ 45″	2′ 20″	2′ 20″	2′ 20″	. . .	1000 : 622

Die erste Columne zeigt die Metalle an, die bey den Versuchen angewendet wurden; in der zweyten Columne ist die Zeit angegeben, in welcher sie erkalten, wenn sie polirt sind; in der dritten die Zeit des Erkaltens, wenn sie mit einer, zwey, drey und vier Lagen Firniß bedeckt werden; in der letzten die Verhältnisse der Zeit des Erkaltens polirter Metalle zu der kürzesten Zeit des Erkaltens der mit Firniß überzogenen Metalle.

Aus dieser Tafel ersieht man, daß die Wirkung der ersten Schichte Firniß darin bestehe, das Erkalten der polirten Kugeln auf die Hälfte der Dauer zurückzubringen; daß die zweyte Lage die Zeit ebenfalls noch um einige Sekunden vermindert, und daß die dritte in der Regel ohne Wirkung ist.

Jedes Metall, mit Ausnahme des Messings, wurde durch das Aufstreichen der zweyten Lage Firniß auf die kleinstmöglichste Zeit des Erkaltens zurückgebracht.

Besonders verdient bemerkt zu werden, daß das Verhältniß der Zeit des Erkaltens der polirten Metalle zu dem der mit Firniß überstrichenem, für alle Metalle beynahe dasselbe ist.

Das Schmiedeeisen, der Stahl, das Gußeisen, welche dieselbe gefirnißte Oberfläche haben, verlieren eine gleiche Anzahl der Wärme, in Zeiten, die sich wie 340, 348, 352 verhalten, wie man aus der dritten Columne sieht. Das Eisen erkaltet demnach um so langsamer, je größer die Menge Kohlenstoff ist, womit es verbunden.

Das nicht mit Firniß überzogene Gußeisen (2te Columne) erkaltete ungleich geschwinder als das Schmiedeeisen und der Stahl, weil das Gußeisen keine so vollkommene Politur annahm, als die beyden andern Metalle.

Die Kugeln aus Schmiedeeisen und Stahl waren geschmiedet worden, die aus Gußeisen war aus einer vierpfündigen Kanonenkugel gemacht worden; die Kugeln aus Zink, Messing, Zinn und Bley waren gegossen worden. Das Gewicht einer jeden von diesen Kugeln stand mit der Dichte des Metalles, aus dem sie verfertiget worden war, im Verhältnisse.

Diese angeführten Versuche dienten Herrn Desprez, die specifische Wärme und die äußere Leitungsfähigkeit jedes Metalles nach Formeln, die Herr Fourier entwickelt hatte, zu berechnen. Die von ihm erhaltenen Resultate giebt folgende Tafel:

Metalle	Zeit des Erkaltens		Capac. aus d. Erkalten berechnet	Aeußere Leitungsfähigkeit	Unmittelbar gefundene Capacität
	Polirt	gefirnißt			
Schmiedeeisen	100	175,2	100	100	100
Gußeisen	103,5	170,8	113,6	106,3	103,6
Stahl	102,3	187,4	102,1	98,9	
Zink	77,6	139,1	84,6	97,8	85,8
Messing	84,0	153,3	80,6	95,9	
Zinn	46,5	81,6	48,6	99,2	47,8
Bley	41,2	66,2	28,6	109,0	30,6

Die Capacität und Leitungsfähigkeit des Eisens wurden durch 100 ausgedruckt; hier konnte man nicht die durchs Erkalten gegebene Capacität des Wassers als Einheit annehmen, weil die Ströme, die dadurch hervorgebracht werden, daß die kleinsten Theilchen der Flüssigkei-

ten nicht in ihrer Stelle bleiben, ein Hinderniß geben würden, eine genaue Vergleichung zwischen den festen und tropfbar flüssigen Körpern anzustellen.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich ferner, daß die Capacitäten des Schmiedeeisens, des Stahls, des Zinks, des Zinnes und des Bleyes, welche durch das Erkalten in der Luft gefunden wurden, sich nicht sehr von denjenigen unterscheiden, die man durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten erhält.

Unter äußerer Leitungsfähigkeit versteht man die Menge Wärmestoff, welche die Einheit der Oberfläche, welche auf einer Temperatur von 100° erhalten wurde, die Luft, die auf der Temperatur 0° erhalten wird, in der Zeiteinheit abgeben kann. Diese Menge Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einer erhitzten Oberfläche ausströmen kann, besteht aus zwey verschiedenen Theilen; der eine ist der Wärmestoff, welcher an die mit der Oberfläche in Berührung befindlichen Luft abgegeben wird, und der andere geht durch Strahlen verloren.

Das Bley besitzt die äußere Leitungsfähigkeit im höchsten Grade, das Messing im schwächsten. Die übrigen Metalle, das Gußeisen ausgenommen, welches nicht so vollkommen polirt werden kann, besitzen dies Vermögen fast in gleichem Grade.

Ueber die specifische Wärme der Gasarten haben in den neuern Zeiten mehre Physiker Versuche angestellt. Zuerst beschäftigte sich damit Herr Gay-Lussac *). Er ging dabey von den beyden Thatsachen aus: daß alle Gasarten von der Wärme gleichförmig ausgedehnt werden, und daß die Räume, welche sie einnehmen, sich umgekehrt, wie die sie zusammendrückenden Gewichte verhalten. Wenn man also die Gasarten in ganz gleiche Umstände versetzt, und gleichförmig den auf ihnen lastenden Druck vermindert, so glaubt er, daß man aus den

*) Memoir. de physique et de chimie de la societé d'Arcueil To. I. p. 180 sqq.

Veränderungen der Temperatur, welche die Vermehrung ihres Volumens hervorbringt, werde schließen können, ob ihre specifische Wärme gleich sey, oder nicht.

Zu dem Ende bediente er sich folgendes Apparats: Er nahm zwey mit zwey Tubulirungen versehene Ballons, von welchen jeder ungefähr 600 Paris. Cubikzoll Inhalt hatte. An einer der Tubulirungen war eine Hahn befindlich, an der andern ein äußerst empfindliches Weingeistthermometer. Um die Wirkungen der Feuchtigkeit zu verhindern, wurde in jedem Ballon geglühete salzsaure Kalkerde gebracht. Der Versuch wurde auf folgende Art angestellt: Beyde Ballons wurden luftleer gemacht, alsdann einer derselben mit der zu untersuchenden Gasart gefüllt, und nach Verlauf von 12 Stunden der Hahn der bleyernen Zuleitungsröhre, durch welche beyde Ballons mit einander verbunden waren, geöffnet. Die Luft strömte aus dem mit derselben angefüllten Ballon so lange in den andern über, bis ein Gleichgewicht des Drucks in beyden Statt fand. Bey einer solchen Einrichtung war es daher leicht, die Luft auf die Hälfte, das Viertheil, Achttheil u. s. w. ihrer ursprünglichen Dichte zurückzubringen, indem man den einen Ballon wiederholt luftleer zu machen braucht.

So wie die Luft in den einen luftleer gemachten Ballon eindrang, stieg in diesem das Thermometer auf eine merkliche Art; dies Steigen des Thermometers war um so bedeutender, je vollkommener der Ballon von Luft leer gemacht worden war. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß die sich entwickelnde Wärme nicht von einem im Ballon zurückgebliebenen Rückstand von Luft abgeleitet werden könne. Auf der andern Seite fand in dem mit Luft angefüllten Ballon, indem die Luft aus selbigem strömte, eine Verminderung der Temperatur Statt, und man kann, wenn man die Umstände erwäget, welche bey solchen Versuchen nur zu leicht Unterschiede im Erfolg hervorbringen können, die Aenderungen der Temperatur in beyden Ballonen gleich setzen,

und annehmen, daß die Erhöhung der Temperatur, welche in dem einen Ballon erfolget, der Erniedrigung der Temperatur gleich sey, welche in dem andern Ballon bemerket wird. Diese Aenderungen der Temperatur stehen bey einerley Gasart mit den Veränderungen der Dichte, welche sie erfährt,, im Verhältnisse.

Die Versuche, welche mit atmosphärischer Luft, Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und kohlensaures Gas angestellt wurden, führten zu folgenden Resultaten: Die Aenderungen der Temperatur, welche durch die Veränderungen der Dichte der Gasarten hervorgebracht wurden, fielen bey übrigens gleichen Umständen desto größer aus, je geringer das specifische Gewicht der Gasarten war. Diese Veränderungen waren unbeträchtlicher beym kohlensauren Gas, als beym Sauerstoffgas; bey diesem unbedeutender, als bey der atmosphärischen Luft, und bey dieser weit geringer, als bey dem Wasserstoffgas, welches, wie bekannt, die leichteste unter den bis jetzt bekannten Gasarten ist.

Erwäge man ferner, daß alle Gasarten von der Wärme gleichförmig ausgedehnet werden, und in den angeführten Versuchen dieselben um so größere Mengen Wärmestoff absorbiret haben müssen, je geringer ihr specifisches Gewicht wäre, indem sie sich nothwendig durch größere Räume ausdehnen müßten; so führt dieß zu der wichtigen Folge: daß die Capacitäten der Gasarten für den Wärmestoff bey gleichem Volumen in einem wachsenden Verhältnisse stehen, wenn ihr specifisches Gewicht abnimmt. Die Capacitäten eines und desselben Gases für den Wärmestoff nehmen bey demselben Volumen mit seiner Dichte ab. Dies Gesetz gab Gay-Lussac damals nur als wahrscheinlich an, und behielt sich vor, diesen Gegenstand einer weitern Prüfung zu unterwerfen.

Diesem zu Folge würde also unter allen bekannten Gasarten das Wasserstoffgas diejenige seyn, welche die größte Capacität für den Wärmestoff hätte. Hierin glaubt auch Gay-Lussac den Erklärungsgrund von

einer früher von ihm wahrgenommenen Erscheinung zu finden, daß nämlich eine Mischung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas in dem Verhältnisse wie 10 zu 1 durch den elektrischen Funken nicht vollständig entzündet wird. Denn der Antheil Wärmestoff, welcher bey der Statt findenden Verbindung in Freyheit gesetzet wird, wird von den Theilen des Gas, welche nicht in Verbindung getreten sind, absorbiret; dadurch wird die Temperatur unter der zum Verbrennen nöthigen Temperatur erniedriget, folglich muß das Verbrennen aufhören.

Gay-Lussac *) stellte in der Folge neue Versuche an, welche seine Meinung von der Wärmecapacität der Gasarten bestätigten. Um aber dieselbe direct darzuthun, wählte er in Hinsicht der Gasarten das nämliche Verfahren, das Crawford bey tropfbar flüssigen Körpern gebraucht hatte, indem er dieselben mit einander mengte. Sein dazu nöthiger Apparat hatte diese Einrichtung, daß von den beyden Gasarten, die mit einander vermengt werden sollten, jedesmal ein gleiches Volumen an den Ort gelangte, wo sie sich vermischten, und es war die Temperatur der inneren eben so viel unter der Temperatur der umgebenden Luft, als die der andern darüber, so daß die Summe der Temperatur beyder der Luft-Temperatur gleich, und in Beziehung auf sie 0 war. Um dies zu bestimmen, gebrauchte er zwey Gasometer, wovon jedes ungefähr acht Litres Gas faßte, und beyde mit demselben Wasserbehälter in Verbindung standen, welcher ihnen in gleichen Zeiten genau gleiche gegebne Mengen Wasser zuführte. Das Rohr eines jeden Gasometer, durch welches das Gas ausströmte, führte dasselbe zuerst durch eine Röhre mit salzsaurem Kalke, wo das Gas seine Feuchtigkeit absetzte, dann in eine Röhre, welche schlangenförmig durch einen Blechkasten hindurchging, und zuletzt in eine in Eiderdunen

*) Annales de chimie T. 81. frey übers. in Gilbert's Annalen der Physik B. XLV. S. 321 ff.

gehüllte, und mit einem sehr empfindlichen Quecksilberthermometer versehene Glasröhre, welche von den beyden Blechkasten gleich weit entfernet war, und in der die beyden Gasarten zusammen kamen und sich vermischten. Der mit dem einen Gasometer verbundene Blechkasten war mit einer Frostmischung, der mit dem andern Gasometer verbundene mit heißem Wasser angefüllt, welches um eben so viele Grade heißer, wie die Frostmischung kälter, als die umgebende Luft war. Auf diese Art wurde nun zwar die Temperatur beyder Gasarten ein wenig verändert, ehe sie zu dem Orte gelangten, wo sie sich vermischten, diese Veränderungen glichen sich aber aus.

Die Resultate seiner Versuche, welche das Mittel aus mehreren waren, waren folgende:

Temperatur der zu mischenden Gasarten		Temperatur der Mengung
des Wasserstoffgas	— 22°	0°
der atmosphärischen Luft	+ 22°	
des kohlensauren Gas	— 24°	0°,4
der atmosphärischen Luft	+ 25°,5	
des Wasserstoffgas	+ 23	0,°2
des kohlensauren Gas	— 23	
der atmosphärischen Luft	+ 22	0,8
des Sauerstoffgas	— 21	
der atmosphärischen Luft	— 21	0,4
des Stickgas	+ 21	

Aus diesen Versuchen schien nach Gay-Lussac hervorzugehen, daß die angeführten Gasarten und daher wahrscheinlich auch alle elastische Flüssigkeiten, bey gleichem Raum und unter gleichem Drucke einerley Capacität für Wärme haben. Hieraus folgte aber auch zugleich, daß das eben von Gay-Lussac vormals gefolgerte Gesetz also abgeändert werden müsse: bey gleichem Gewichte (nicht bey gleichem Volumen) und unter gleichem Drucke ist die Wärmecapacität der Gasarten desto größer, je specifisch leichter sie sind.

Da bey allen diesen Bemühungen sich doch noch manche Schwierigkeiten in den Weg legten, die speci-

sischen Wärmen der verschiedenen Gasarten genau auszumitteln, indem die geringe Dichte derselben verursacht, daß sie selbst beym Erkalten um eine beträchtliche Anzahl Grade doch nur eine sehr geringe Wärmemenge entbinden; da überdem die bekannten Resultate, welche von diesem Gegenstande bisher bekannt waren, sehr wenig Uebereinstimmung zeigten: so wurde von der Akademie der Wissenschaften zu Paris die Erforschung der specifischen Wärme der Gasarten als eine Preisaufgabe vorgelegt, und die Arbeit der Herren De Laroche und Berard wurde gekrönt. Sie gebrauchten hiezu einen eigenen Apparat, welchen Biot *) beschrieben hat. Die Resultate ihrer Untersuchungen sind in folgender Tabelle enthalten:

Specifische Wärme der verschiedenen Gasarten unter dem nämlichen Druck, die der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen

	bey gleichem Volumen	bey gleichem Gewicht
atmosphärische Luft	1,0000	1,0000
Wasserstoffgas	0,9033	12,3401
Kohlensaures Gas	1,2583	0,8280
Sauerstoffgas	0,9765	0,8848
Stickstoffgas	1,0000	1,0318
Oxydirtes Stickgas	1,3503	0,8878
Oelerzeugendes Gas	1,5530	1,5763
Kohlenstoffoxyd	1,0340	1,0805
Wasserdampf	1,9600	3,1360

Aus dieser Tafel ersieht man, daß die specifische Wärme des Wasserstoffgases bey gleichem Gewicht weit stärker ist, als die der atmosphärischen Luft. Die nämliche Wärmemenge, durch welche die Temperatur einer Masse der atmosphärischen Luft um 12°,3402 erhoben werden könnte, würde die einer gleichen Masse Wasserstoffgas nur um 1° erhöhen. Ueberhaupt ist es merkenswerth, daß überhaupt das Wasserstoffgas sich beständig bedeutend von den Werthen entfernt, welche für die andern gasförmigen Substanzen, bey jeder Art von Ver-

*) Traité de physique experim. et mat. To. IV. p. 717 sqq.

suchen, welchen man sie unterwerfen mag, gefunden werden.

In folgender Tafel sind die nämlichen Resultate enthalten, die specifische Wärme des Wassers als Einheit angenommen, als Folge eines unmittelbaren Versuchs, worin De Laroche und Berard die Erwärmungen verglichen, welche in einem Wärmemesser durch gleiche Massen Wassers und atmosphärischer Luft hervorgerufen wurden:

	Specifische Wärme
Wasser	1,0000
atmosphärische Luft	0,2669
Wasserstoffgas	3,2936
Kohlensäure	0,2210
Sauerstoff	0,2361
Stickstoff	0,2754
Oxydirter Stickstoff	0,2369
Oelerzeugendes Gas	0,4207
Kohlenstoffoxyd	0,2284
Wasserdampf	0,8470

Clement und Desormes fanden folgende Resultate für gleiche Raumtheile in einer Temperatur von 0° bis zu 60° Cels. oder 32° bis 140° Fahrenh.

Specifische Wärme verschiedener Gasarten

	Barometer Zoll	Clement u. Desormes	Delaroche u. Berard
atmosphärische Luft	39,6	1,215	1,2396
Desgleichen	29,84	1,000	1,0000
Desgleichen	14,92	0,693	
Desgleichen	7,44	0,504	
Desgleichen	3,74	0,368	
Desgleichen angefüllt mit Aether	29,84	1,000	
Stickstoff	29,84	1,000	1,0000
Sauerstoff	29,84	1,000	0,9765
Wasserstoff	29,84	0,664	0,9033
Kohlensäure	29,84	1,500	1,2583

Das Verhältniß der specifischen Wärme der Luft zu der des Wassers stellt sich nach Clement und Desormes wie 0,50 : 1,000 oder genau als ¼ dar.

Dalton *) hat nach theoretischen Gründen, die sich auf die Voraussetzung gründen, daß die Wärmemenge, welche den kleinsten Theilchen aller elastischen Flüssigkeiten angehört, bey demselben Druck, und derselben Temperatur dieselbe seyn müsse, folgende Tafel berechnet:

	Specifische Wärme
Wasserstoffgas	9,382
Stickgas	1,866
atmosphärische Luft	1,759
Ammonium	1,555
Oelmachendes Gas	1,555
Sauerstoffgas	1,333
Kohle Wasserstoffgas	1,333
Wasserdunst	1,166
Aetherdunst	0,848
Salpetergas	0,777
Kohlenoxyd	0,777
Alkoholdunst	0,586
Schwefel-Wasserstoffgas	0,583
Oxydirtes Stickgas	0,549
Dunstförmige Salpetersäure	0,491
Kohlensaures Gas	0,492
Salzsaures Gas	0,414

Diese Resultate drücken die Temperaturerhöhung aus, welche ein Gramme jeder Gasart beym Erkalten um 1° Cent. in einem Gramme tropfbaren Wassers erzeugen würde. Durch Division derselben mit 75 wird man die Anzahl Grammen Eis von 0° erhalten, welche durch dasselbe Erkalten geschmolzen werden könnten; und die Division mit 100 wird die Anzahl Grammen tropfbaren Wassers geben, die dadurch von der Temperatur des thauenden Eises auf die des Siedens gebracht werden könnten.

Die specifischen Wärmen der tropfbar flüssigen Körper sind in den neuern Zeiten ebenfalls genauer und vollkommener untersuchet und erörtert worden. Es hatte bereits schon D. Black Versuche angestellt, die absolute Menge Wärmestoff zu messen, welche bey der Verwand-

*) *Murray* system of Chemistry Vol. I. p. 662.

kung des Wasserdampfes in Wasser entbunden wurde. Da er sich aber nicht ganz auf sein dabey angewandtes Verfahren verließ, so bat er den Herrn Watt, den Versuch von neuem anzustellen. Dieser, dem dieser Versuch in Hinsicht der Einrichtung und Theorie der Dampfmaschinen sehr wichtig war, wendete dabey alle mögliche Sorgfalt an, und fand, daß der Wärmestoff, welcher vom Dampf beym Uebergange in tropfbaren Zustand entbunden wurde, so viel betrug, um die Temperatur einer gleichen Wassermasse um 950° Fahr. zu erhöhen, oder, was dasselbe ist, um eine 950fache Wassermasse um 1° Fahr. zu erhöhen.

Fast zu dem nämlichen Resultat gelangte der Graf v. Rumford *) durch ein sehr sinnreiches Verfahren, welches besonders auch zur Bestimmung der Wärmemenge, welche beym Verbrennen verbrennlicher Körper entbunden wird, mit Zuverlässigkeit angewendet werden kann. Zum Wärmemesser gebrauchet er ein Metallgefäß, welches mit Wasser von bekannter Temperatur gefüllt wird. Dies Gefäß, welches aus sehr dünnem rothen Kupferblech besteht, hat 8 Zoll Länge, 4½ Zoll Breite und 4¾ Zoll Höhe. Sein Inneres enthält ein Spiralrohr ebenfalls aus Kupfer, welches drey horizontale Windungen darin macht, und bestimmt ist, die gasförmigen Produkte aufzunehmen, durch welche das Wasser erhitzt werden soll. Das Spiralrohr hat die Form einer platten Röhre, deren Höhe oder Dicke allenthalben ½ Zoll, die Breite beym Eingang 1½ Zoll und beym Ausgang 1 Zoll ist. Sein Mundstück ist ein cylindrisches Rohr von 1 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Höhe, welches die Produkte eintreten läßt, und sich vertikal im Innern des Spiralrohrs selbst bis zu einer Höhe von ¼ Zoll über seinen Boden erhebt. Das andere Ende des Spiralrohrs tritt vertikal nahe an der Wand des Gefäßes her-

*) *Nicholson's* journal etc. Jun. 1812. frey übers. in Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIV. S. 1 ff. B. XLV. S. 306 ff.

vor, welche derjenigen entgegengesetzt ist, durch welche die Produkte eintreten. Ein Thermometer mit cylindrischem Behältnisse von einer, dem Wärmemesser, gleichen Höhe, giebt in jedem Augenblicke die mittlere Temperatur alles darin enthaltenen Wassers an. Endlich wird der ganze Apparat durch vier dünne Stäbe von trocknem Holze getragen.

Wenn man brennbare Substanzen unter dem Mundstücke des Spiralrohrs verbrannt werden, so erhellet, daß die dadurch entstehenden gasförmigen Produkte, so wie die durch ihre Berührung erhitzte Luft selbst, in die Windungen dieses Apparates hineinsteigen, und durch Abgeben ihres Temperaturüberschusses an das umgebende Wasser die Temperatur desselben um eine gewisse Anzahl Grade erhöhen werden. Damit aber der Versuch zuverlässig sey, müssen die so vorgenommenen Verbrennungen vollständig erfolgen, welches man daran erkennt, daß die verbrannte Substanz sich ganz und gar mit einer schönen Flamme und ohne merklichen Geruch verzehrt. Bedient man sich hiebey Kerzen oder Lichter, so muß man sie vor und nach der Operation wiegen, und vorzüglich besorgt seyn, Flamme und Docht so einzurichten, daß kein Rauch entsteht. Was die Hölzer betrifft, so werden sie in ganz feine Spähne zerschnitten und unter dem Mundstück des Spiralrohrs angebrennt, während man sie mit einer Pincette hält. Um spirituöse Flüssigkeiten, als Alkohol oder Aether, zu verbrennen, müssen zur vollständigen Verbrennung besondere Maßregeln angewendet werden.

Um aber auch alle Wärme, die sich entbindet, schätzen zu können; muß man die Temperatur wissen, welche die Produkte, nachdem sie durch alle Windungen des Spiralrohrs hindurchgegangen sind, bey ihrem Austritt besitzen. Zu diesem Zweck setzte Rumford den Ausgang dieses Spiralrohrs mit dem Mundstück eines andern dergleichen Apparats in Verbindung, und fand, daß, wenn er im ersten Wärmemesser nur wenig beträchtliche Tem-

peraturveränderungen zu wege brachte, das im zweyten Wärmemesser enthaltene Wasser nicht merklich erwärmet wurde. Hiernach hielt er beym Stehenbleiben zwischen diesen Grenzen die Anwendung des zweyten Wärmemessers für überflüssig.

Bey diesem Verfahren ist ferner auch erforderlich, die Mengen des Wärmestoffs dabey in Rücksicht zu nehmen, welche vom Spiralrohr und den Wänden des Wärmemessers verschluckt werden. Hiezu führen entweder directe Versuche, indem man ausmittelt, um wie viel eine gegebene Wassermasse sich abkühlt oder erwärmt, wenn sie in den Apparat gebracht wird, oder die Berechnung, welche sich auf die Kenntniß des Gewichtes und der specifischen Wärme des zum Apparat angewandten Kupferblechs gründet. **Rumford** fand, nachdem er diese Verbesserung an seinem Wärmemesser vorgenommen hatte, daß dessen eigene Masse mit der des darin enthaltenen Wassers zusammengenommen 2781 Grammen Wassers gleich kamen; eine Zahl, die er stets bey seinen Resultaten angewandt hat.

Außerdem ist noch eine Beseitigung oder Verbesserung einer andern Ursache erforderlich, derjenigen nämlich, welche die fortschreitende Erwärmung oder Abkühlung des Apparats vermöge Strahlung und Berührung mit der umgebenden Atmosphäre zur Folge hat. Hiegegen hat sich **Rumford** auf eine eben so sichere, als sinnreiche Weise verwahrt. Er erniedriget zuvörderst die Temperatur seines Apparats um einige Grade, z. B. 5 bis 6, unter die der umgebenden Atmosphäre, und läßt alsdenn die dem Versuch zu unterwerfenden Produkte hineintreten. Diese theilen der Spiralröhre bey ihrem Abkühlen Wärme mit, welche dann wieder an das, die Röhre umgebende, Wasser übergeht. So lange dies Wasser die Temperatur der äußern Luft nicht erreicht hat, empfängt es von den umgebenden Körpern mehr Wärmestoff, als es in gleicher Zeit denselben zusendet; es wird ganz eigentlich von ihnen erwärmt. Das

Entgegengesetzte aber findet Statt, wenn es diese Temperatur überstiegen hat; dann sendet es mehr Wärmestoff aus, als es in gleicher Zeit empfängt, und erwärmt nun seinerseits die umgebenden Körper. Wird also diese Operation so geleitet, daß eben so viel Zeit darüber in einem dieser Zustände, als im andern hingeht, so wird sich die Menge des empfangenen und des abgegebenen strahlenden Wärmestoffs ungefähr ausgleichen, und die Menge des, vom Wärmemesser zurückbehaltenen, Wärmestoffs so beschaffen seyn, als wenn es weder Wärme von Außen empfangen, noch nach Außen abgegeben hätte.

Um dies Verfahren auf die Verdichtung des Wasserdampfes anzuwenden, ließ Rumford eine bekannte Menge Wassers in einer langhalsigen Retorte kochen, welche sich unter dem Mundstück der Spiralröhre aufwärts krümmte. Das Ende ihres Halses war mit der Spiralröhre mittelst eines sehr genau passenden Korkstöpsels in Verbindung gebracht, der oben mit vier kleinen horizontalen Löchern durchbort war, die sich etwas über den flachen Boden der Spiralröhre erhoben. Solchergestalt fiel der Dampf, der sich beym Austritt aus den Löchern verdichtete, auf diesen Boden, ohne das Nachsteigen neuen Dampfes durch die Löcher zu verhindern. Die Retorte ward durch einen kleinen tragbaren Ofen erhitzt, der hinlänglich entfernt, und durch verschiedene Schirme vom Wärmemesser getrennt war. Das Gewicht des verdichteten Dampfes wurde daraus hergeleitet, daß man die Retorte vor und nach der Operation, welche im Allgemeinen 10 bis 11 Minuten dauerte, wog. Vor Anfang derselben ließ man jedoch immer das Wasser in der Retorte sieden, um die Luft herauszutreiben, die darin enthalten seyn konnte.

Auf diese Art ließ sich bestimmen, daß ein Gramme Wasserdampf von 100° Cent. beym Tropfbarwerden in dieser Temperatur eine 567 und $\frac{105}{1000}$ mal so große Menge Wärmestoff entbindet, als erforderlich ist, die Temperatur eines Grammes tropfbar flüssigen Wassers

um 1° zu erhöhen; oder auch, dieser Wärmestoff wäre im Stande, 567,195 Grammen Wasser um 1° Cent. zu erhöhen. Diese Bestimmung der Grammenzahl ist nicht absolut, sondern ändert sich mit der angewandten Thermometereintheilung; so daß man sie, um sie auf eine andere Eintheilung zu beziehen, mit dem Werthe eines Centesimalgrades, als Funktion der neuen Grade ausgedrückt, multipliciren müßte. Um sie z. B. in Fahrenheitsche Grade auszudrücken, müßte man sie mit $\frac{180}{100}$ oder 1,8 multipliciren, wodurch sich der Faktor 567,195 in 1020,951 verwandeln würde. Folglich würde die Wärmestoffmenge, welche sich aus einem Gramme Wasserdunst, der bey 212° Fahrenh., welches 100° Cent. entspricht, tropfbar wird, entbindet, einen Gramme tropfbar flüssigen Wassers um 1021° Fahr. in seiner Temperatur erhöhen, oder, was dasselbe ist, 1021 Grammen um 1 solchen Grad erhöhen. Hiernach würde man also sagen müssen, daß der Wasserdampf, wenn er bey 212° Fahr. tropfbar wird, 1021° Wärme entbindet.

Wollte man wissen, wie viel Grammen Wassers von 0° diese Quantität Wärmestoff zum Kochen bringen könnte, so hat man nur nöthig, die Zahl 567,195 Gramme mit der Zahl Centesimalgrade zu dividiren, welche die Temperatur des kochenden Wassers ausdrückt, d. i. mit 100. Sie würde dadurch auf 5,67195 zurückkommen. Auf diese Art würde ein Gramme, bey 100° tropfbar werdenden Wasserdampfs 5,67195 Grammen tropfbar flüssigen Wassers von der Temperatur des thauenden Eises auf den Siedpunk zu erhöhen vermögen.

Um endlich die nämliche Bestimmung nach Grammen geschmolzenen Eises zu geben, braucht man nur 567,195 durch den Bruch $\frac{1}{75}$ zu multipliciren, welcher die Menge Eis, die ein Gramme tropfbares Wasser beym Erkalten um 1° Cent. zu schmelzen vermag, in Theilen des Grammes ausdrückt. Durch diese Division findet man 7,5626, d. h. der Wärmestoff, welcher von einem

Gramme bey 100° Cen. tropfbar werdenden Wasserdunstes entbunden wird, vermag 7,5626 Grammen Eis von der Temperatur 0° zu schmelzen.

Durch Anwendung des Rumfordschen Verfahrens hat Desprez auf verschiedene andere Flüssigkeiten, als Wasser, ebenfalls ihren Verdunstungswärmestoff ausgemittelt. Da aber die Dünste der verschiedenen tropfbaren Flüssigkeiten bey der nämlichen Temperatur sehr ungleiche Spannkräfte besitzen, so kann man ihre Verdichtung nicht unter solchen Umständen bewirken, daß man, wie beym Wasserdampf, zugleich den Druck von $0^{me},76$ und die Temperatur von 100° Ce. hat; wenigstens muß eins von diesen beyden Stücken abweichen. Desprez fand den Verdünstungswärmestoff des Terpentinöls gleich 76°,8, den des Schwefeläthers gleich 172° und den des Alkohols gleich 207°,7. Die Siedpunkte dieser drey Flüssigkeiten unter dem gewöhnlichen Drucke von $0^{me},76$ waren 157°,4; 35°,5; 78°,7. Der Alkohol war vollkommen wasserfrey; denn sein Siedpunkt blieb, während seine Masse durch die Verflüchtigung schwand, genau auf der nämlichen Stufe. Man sieht also hieraus, daß für diese Flüssigkeiten die Menge des Verdünstungswärmestoffs weit geringer ist, als für das Wasser. Desprez fand auch für das Wasser eine geringere Zahl, als ihm im Allgemeinen andere Physiker beylegen, nämlich nur 530,5.

Zur genauen Vergleichbarkeit aller dieser Resultate untereinander würde nun erforderlich seyn, zu wissen, welches für jede Art Dampf die relativen Mengen von Verdünstungswärmestoff bey ungleichen Temperaturen und mithin verschiedenen Spannkräften wären? Die Wichtigkeit dieser Frage in Hinsicht auf die Anwendung des Wasserdampfes als bewegender Kraft, hat mehrere Physiker bewogen, sich damit zu beschäftigen; und sie sind sämmtlich zu dem bemerkenswerthen Resultate gelangt, daß ein und dasselbe Gewicht Wasserdampf immer genau, oder doch fast ganz genau, durch sein Tropf-

barwerden ein und dieselbe Menge Wärmestoff entbindet, welches auch die Temperatur, mithin auch die Spannkraft seyn mag, die es im Augenblick, wo seine Abkühlung anfängt, äußert, woraus dann umgekehrt folgt, daß ein und die nämliche Menge Wärmestoff hinreicht, einen Kilogramme Wasserdunst auf jeden beliebigen Grad der Spannkraft zu erhöhen, welches ohne Zweifel daher rührt, daß der Dunst beym Wärmerwerden zugleich dichter wird, so daß die Verminderung des von ihm eingenommenen Raums ihm verstattet, bey einer gleichen Menge von Wärmestoff eine größere Spannkraft zu äußern. Ein gleiches Resultat hat Desprez für das Terpentinöl, den Alkohol und den Schwefeläther gefunden. Jedoch sind die Physiker nicht einstimmig über die völlige Schärfe dieser Compensation. Einige, wie Clement und Desormes nehmen sie für streng an, d. h. nach ihrer Meinung würde ein Kilogramme Dunst, im Eiscalorimeter verdichtet und so in tropfbare Flüssigkeit von 0° verwandelt, stets dieselbe Menge geschmolzenen Eises geben, wie weit man auch vorher seine Temperatur erhöhet haben möchte. Dagegen glauben Andere, daß diese Beständigkeit nur insofern Statt hat, als man von der gesammten Menge Wärmestoff, welche der Dunst hergiebt, den Antheil abzieht, welchen er fahren läßt, indem er sich als Dunst zusammenzieht, um auf die Temperatur herabzukommen, in welcher man ihn tropfbar macht. Dieser Meinung ist besonders Southern zugethan, welcher die Beständigkeit des zum Flüssigwerden nöthigen Wärmestoffs zuerst entdeckte und bekannt machte. Die Verschiedenheit dieser Ansichten kann übrigens bey praktischen Anwendungen von keiner großen Erheblichkeit seyn, indem die Menge desjenigen Wärmestoffs, welcher durch die Zusammenziehung des Dunstes als Dunst frey wird, immer nur ein sehr kleiner Theil von demjenigen Wärmestoffe ist, welcher sich im Act des Flüssigwerdens selbst entbindet, allein in Ansehung der Physik ist sie der Folgerungen wegen, die sie hinsichtlich der Beschaffenheit

des Dunstzustandes mit sich führt, von grosser Wichtigkeit.

Auch läßt sich mittelst des Rumford'schen Wärmemessers die Wärme schätzen, welche bey der Verbrennung frey wird. Man hat nämlich zu dieser Absicht nur nöthig, die Substanz, welche man dem Versuch unterwerfen will, einige Zeit hindurch unter dem Mundstück der Schlangenröhre brennen zu lassen, sie vor und nach der Verbrennung zu wägen, und zu beobachten, um wie viele Grade die Temperatur des Wärmemessers durch die verbrannte Substanz erhöhet worden ist. Hiebey sind die nämlichen Vorsichtsmaaßregeln als bey dem Versuch mit dem Wasserdampf anzuwenden, und die gefundenen Resultate derselben Rechnung zu unterwerfen.

In folgender Tafel sind die Resultate enthalten, welche Rumford mittelst seines Apparats bey der Verbrennung verschiedener Körper erhielt; zugleich sind diejenigen mit beygefüget worden, die Lavoisier und Laplace gefunden hatten. Alle Angaben sind in Centesimalgraden ausgedrückt, und die Wärmemenge, welche ein Gramme tropfbares Wasser, indem es sich um 1° abkühlet, entläßt, gleich 1 gesetzt:

Name der Substanzen	Temperaturerhöhung welche die Verbrennung von 1 Gramme einem Gramme Wasser mittheilen würde	Bemerkungen
Wasserstoffgas	23400° Lavoi. u. Lapl.	
Olivenöl	11166 ebens.	
	9044 Rumford	
Weisses Wachs	10500 Lavoi. u. Lapl.	
	9479 Rumf.	
Gereinigtes Rüböl	9307 Ders.	
Seife	8369 Ders.	
	7186 Lavoi. u. Lapl.	
Schwefeläther	8030 Rumf.	specif. Gew. 0,72834 bey 20°
Phosphor	7500 Lavoi. u. Lapl.	
Kohle	7226 Dieselb.	
Naphtha	7338 Rumf.	. . . 0,82731 bey 131/3°
Alkohol von 42° des Ur.	6195 Ders.	. . . 0,817624 } b. 15°,5
Desgleichen mit mehr Wasser	5422 Ders.	. . . 0,84714 } b. 15°,5
Desgleichen v. 33° des Ur.	5261 Ders.	. . . 0,85324 } b. 15°,5
Eichenholz	3146 Ders.	

Dividiret man die Zahlen dieser Tafel durch 100, so bekommt man die Anzahl Grammen des Wassers von 0°, welche ein Gramme von jeder Substanz durch sein Verbrennen zum Sieden bringen würde, und dividiret man sie mit 75, so hat man die Anzahl Grammen Eis von 0°, welche durch diese Verbrennung geschmolzen werden würden.

Dulong und Petit haben bey ihren Untersuchungen über die specifischen Wärmen der einfachen Körper diese merkwürdige Entdeckung gemacht, daß die specifische Wärme eines jeden einfachen Körpers mit dessen stähiometrischer Zahl multipliciret, beständig einerley Produkt giebt. M. s. Stähiometrie.

M. s. *Traité* de physique experim. et math. To. IV. Chap. V. S. 636 sqq. Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot übers. v. M. Fechner. Leipz. 1825. B. IV. S. 270. Klaproths chemisches Wörterbuch: Art. Wärmestoff. Handbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel Wärme.

Wärme, thierische (Zus. z. S. 454. Th. V.). Herr Brodie *) suchte, so wie schon Caverrhil gethan hatte, die Erzeugung der thierischen Wärme vorzüglich vom Nervensystem abzuleiten. Er hatte nämlich bemerkt, daß Gifte, welche die Funktionen des Gehirns stören, das Vermögen des Thieres, Wärme zu entwickeln, in eben dem Verhältnisse als die Sensibilität desselben abnimmt. Unterhält man aber während des Scheintodes, den das Gift bewirkt, durch eine künstliche Respiration den Blutumlauf, so findet sich die Erzeugung von Wärme eben so vollständig aufgehoben, als wenn man dem Thiere den Kopf abgeschnitten hätte. Unterhält man das künstliche Respiriren so lange, bis die Wirkungen des Giftes aufhören, so stellt sich dann das Vermögen, Wärme zu erzeugen, in eben den Graden, als die Sensibilität wieder

*) Philos. Transact. for. 1812. P. 2. frey übers. in Gilbert's Annalen d. Physik. B. XLVI. S. 80 ff.

ein. Aber nur erst dann, wenn die ganze Kraft der Nerven wieder vorhanden ist, wird Wärme in hinreichender Menge entwickelt, um den erkaltenden Einfluß der umgebenden Atmosphäre aufzuwiegen.

Diese Bemerkungen gaben Herrn Brodie Veranlassung, Versuche über den Unterschied des natürlichen Einathmens, und des künstlichen bey Thieren, bey welchen die Funktionen des Gehirns unterdrückt oder gestöret waren, so wie über den Einfluß, welchen dieses auf die Erzeugniß der thierischen Wärme hatte, anzustellen, wovon der Artikel: Athmen, Th. VIII. S. 110. f. nachzusehen ist.

Auch Herr Legallois *) hatte mehre Versuche mit enthaupteten Thieren angestellt, deren Resultate mit den des Herrn Brodie sehr übereinstimmend sind. Es wurde durch ihn bestätiget, daß enthauptete Thiere, welche man künstlich athmen läßt, weit schneller erkalten, als diejenigen, welche frey athmen. Er zieht hieraus die Folgerung, daß die thierische Wärme nicht von der Respiration abhange. Den Grund dieser Erscheinung sucht Legallois darin, daß die Luft, welche in die Lungen getrieben worden, um sich zu erwärmen, den Körpern eine größere Menge Wärme entziehe, als durch die Bildung der Kohlensäure erzeugt und dem Körper wiedergegeben werde.

Legallois machte außerdem noch folgende Bemerkung: wenn das Athmen enthaupteter Thiere künstlich unterhalten wird, so wird das arterielle Blut während der Cirkulation nicht in venöses verwandelt, indem das Blut der Hohlader genau mit dem arteriellen Blute übereinkam. Hieraus zieht er die Vermuthung, daß, da der specifische Wärmestoff des arteriellen Blutes größer, als der des venösen ist, auch der Aufwand von Wärme größer, als in den gewöhnlichen Fällen seyn müsse, so-

*) Annales de chemie et de physique To. IV. p. 113 sqq.

bald die Umänderung des arteriellen in venöses Blut nicht Statt finde.

Nachdem Legallois die Respiration der Thiere dadurch beschwerte, daß er sie auf den Rücken legte, und sie in dieser Lage festband, so fand er die Temperatur derselben um ein Bedeutendes vermindert, so daß sie sogar, wenn sie eine hinreichend lange Zeit in dieser Lage gelassen wurden, vor Kälte starben.

Als er vergleichende Versuche über das Athmen von Kaninchen in einem ungezwungenen Zustande und in einer Lage, wo sie auf den Rücken liegend athmen mußten, anstellte, bemerkte er, daß bey einer Temperatur von 50° die Menge des von ihnen verbrauchten Sauerstoffs in der gezwungenen Lunge weit geringer war, als wenn sie frey Athem holen konnten. War die Temperatur der Atmosphäre ohngefähr 20 Grade, so war kein solcher Unterschied bemerkbar, oder er war wenigstens sehr unbedeutend.

Je geringer die Menge des ursprünglich in der Luft, welche von den Thieren eingeathmet wurde, enthaltenen Sauerstoffs war, um so größer war die Verminderung der Temperatur, welche sie erlitten. Wurde atmosphärische Luft verdünnt, und durch einen Zusatz von kohlensaurem Gas zu ihrer vorigen Dichte zurückgebracht, so war der Verlust an Wärme, welchen die Thiere erfuhren, von welchen dieses Gemenge eingeathmet wurde, am größten. Die Menge des kohlensauren Gas in der eingeathmeten Luft, nahm jedoch nicht zu, sondern vielmehr ab, so daß es demnach von dem Thiere mußte absorbirt worden seyn. Auf diese Art wurde die Temperatur eines Hundes, der ein solches Gemenge drey Stunden lang einathmen mußte, um 25° vermindert; oder sie sank von 102° auf 78°. Die Temperatur einer Katze wurde unter denselben Umständen von 104° auf 81°,5 herabgebracht, oder sank um 22°,5.

Wurde die verdünnte atmosphärische Luft, Statt mit kohlensaurem Gase mit Stickgas gemengt, so war die

Verminderung der Temperatur, welche das Thier erfuhr, noch immer bedeutend, jedoch nicht so groß, als im vorhergehenden Falle. Am geringsten war dieselbe, wenn man die Thiere verdünnte atmosphärische Luft athmen ließ. Wurde aber diese so sehr verdünnt, daß das Barometer um 11 Zoll sank, so erfolgte in manchen Fällen dennoch eine so bedeutende Verminderung der Temperatur des Thieres, daß der Tod erfolgte.

Bey diesen Versuchen wurde die Temperatur der Thiere so bestimmt, daß eine Thermometerkugel in eine kleine Oeffnung gesenkt wurde, die in die Haut der Brust geschnitten worden. Legallois bemerkte auch, daß Hunde und Katzen eine weit größere Menge Sauerstoff in Vergleichung mit ihrem Gewichte verzehren, als Kaninchen.

Der Herr Dulong *) führet an, daß die Herren Lavoisier und Laplace die thierische Wärme aus der Verbrennung des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs beym Athmen abgeleitet hätten. Diese Annahme wurde lange Zeit darnach vielfältig bestritten, und von Mehreren, wie eben angeführet worden, die Quelle des größten Theils der thierischen Wärme im Gehirn oder in den sympatischen Nerven gesucht. Jetzt hat Dulong durch Versuche genau zu bestimmen gesucht

1. die von einem Thiere während einer bestimmten Zeit entwickelten Wärme,

2. die Menge der in derselben Zeit gebildeten Kohlensäure, und die daraus nothwendig hervorgehende Wärme.

Sein Apparat bestand aus einem Calorimeter, worin sich das zu beobachtende Thier befindet, verbunden mit zwey Glasbehältern, deren eines die zum Athmen des Thieres nöthige Luft mit gleich bleibenden Zuströmen lieferte, während der andere die aus dem calorimetrischen Apparate austretende, ausgeathmete Luft aufnahm.

---

*) Bullet. de la societé medicale. 1823. im Ausz. in Schweigger's Journal. B. XXXVIII. S. 505.

Aus einer großen Reihe von Versuchen ergeben sich folgende Resultate:

1. Daß die von Pflanzentheilen sich nährenden Thiere (Kaninchen, Tauben, Puter u. s. f.) eine Menge Kohlensäure hervorbringen, welche beynahe dem Volumen des verschwundenen Oxygens gleich kommt.

2. Daß die fleischfressenden Thiere (Hunde, Katzen u. s. f.) weit mehr Oxygen verbrauchen, und die dabey gebildete Kohlensäure nur halb so viel, als das verschwundene Oxygen, beträgt.

3. Daß die bey Bildung der Kohlensäure durch das Athmen der fleischfressenden Thiere sich entwickelnde Wärme zwischen 0,40, 0,49 und 0,55 von der sämmtlichen durch das Thier während der Zeit hervorgebrachten Wärmemenge ausmacht.

4. Das Verhältniß ist bey den Pflanzenfressenden Thieren 0,60 bis 0,70.

5. Wenn man endlich und nach Lavoisier und Laplace Angaben die Menge des beym Athmen sich bildenden Wassers und der dadurch hervorgebrachten Wärme berechnet, und diese Wärmemenge zu der bey der Verbrennung des Kohlenstoffs sich bildenden hinzufügt, so erhält man die sämmtliche durch das Athmen entwickelte Wärme, welche bey den von Pflanzenstoffen sich nährenden Thieren 0,70 bis 0,75 und bey den fleischfressenden Thieren 0,75 bis 0,80 von der sämmtlichen thierischen Wärme beträgt, so daß im Durchschnitt das Athmen nur 75 Procent oder ¾ der thierischen Wärme hervorbringt.

Wärmeerreger, Calorimotor (Calorimotor). In dem Artikel: Feuerzeug, galvanisches (Th. IX. S. 61.) ist bereits eine Vorrichtung dieser Art von D. Wollaston beschrieben worden. Nach der Zeit hat Rob. Hare *) in Philadelphia unter dem Namen eines

*) *Silliman's* American Journal of Sciences and Arts. Vol. III. p. 105.

Calorimotors einen eigenen elektrischen Apparat angegeben, welcher durch seine Entladung sehr hohe Temperaturen bewirket. Die erste Einrichtung dieses Werkzeuges bestand in Zink- und Kupferplatten, welche spiralförmig gerollt waren, so daß das Zink von beyden Seiten mit Kupfer umgeben ward, welches letztere allein die äußerste Reihe bildete. Die Zinkplatten 9 und 6 Zoll Seite, und die Kupferplatten 14 und 6 Zoll; und das spiralförmig daraus zusammengerollte Paar 2½ Zoll Durchmesser. Die gegenseitige Berührung der Platten wird durch kleine hineingesetzte gefirnißte Stäbe verhindert, welche sie höchstens ¼ Zoll von einander entfernt halten. Die Paare werden an einer hölzernen Stange neben einander befestiget, so daß sie auf einmal herausgezogen werden können. Anfänglich setzte Hare ein jedes dieser Paare in ein besonderes kleines cylindrisches Gefäß von Glas, nachher fand er aber, daß sie ganz gut in einen gemeinschaftlichen Trog von Holz, ohne alle Art von Ableitung zwischen den Paaren, gestellt werden können. Um die Pole in größere Nähe an einander zu bringen, vertheilte er die Anzahl der Paare in zwey Tröge, welche zur Seite von einander auf 6 Zoll Entfernung gestellt wurden, weil er fand, daß eine einfache Scheidewand zwischen beyden Reihen, in demselben Trog, nicht hinreichte, die elektrische Kraft von den Polen an dem Ende zu isoliren, wo diese neben einander gelegen waren. Das Werkzeug erhielt 80 Paare, 40 in jedem Trog.

Hare hat nachher die Construction dieses Calorimotors auf diese Weise vereinfachet *), daß er gerade vierseitige Zinkbleche von 7 und 3 Zoll Seite nahm, und sie in eine Hülse oder Kästchen von Kupfer ohne Deckel und Boden einschloß, so daß das Kupfer höchstens ¼ Zoll von der Oberfläche des Zinks entfernt steht, und

*) *Silliman's* American Journal of Sciences and Arts. Vol. V. p. 97.

die Zinkscheibe mittelst eines Holzstückchens, das für den Rand der Zinkscheibe einen der Länge nach gehenden Einschnitt hat, von der Berührung mit dem Kupfer abgehalten wird. Alle diese Kupferhülsen werden mittelst eines dünnen Blattes Pappe, das in Lackfirniß getaucht und getrocknet, und zwischen eine jede von ihnen gebracht wird, dicht neben einander gelegt, so daß alles eine einzige zusammenhangende Masse bildet, in welche das Wasser blos zwischen den Metallen hineindringen kann, wenn sie in den Trog eingesenkt wird. Diese Vorrichtung ist weit leichter, als die frühere zu bewerkstelligen. Die Leitung, welche das Zink des einen Paares mit dem Kupfer des andern verbindet, wird erst dann gemacht, wenn die Paare auf die angeführte Weise zusammengeheftet sind. Die Tröge sind von Holz und so gestellt, daß sie höher und niedriger gemacht werden können, während dagegen die zusammengehaltenen Paare unbeweglich sitzen.

Um, von den Polen zu den Körpern, auf welche man die Elektricität einwirken lassen will, die Leitung zu bewirken, bedient sich Hare sehr starker bleyerner Drähte, welche an dem Kupfer des letzten Paares angelöthet, und an dem andern Ende mit einer Handhabe von Holz versehen sind, weil sie oft während der Entladung so heiß werden, daß sie nicht mehr mit den Händen gehalten werden können. Diese Handhaben enthalten zugleich kleine Zangen, womit Körper in leitende Verbindung mit dem Bleydraht angedrückt werden können, und in den Fällen, wo man mit Holzkohlen operiren will, löthet man an den Bleydraht einen an seinem Ende verzinnten Messingcylinder, in welchen die Kohle eingeschlossen wird, weil sie, von Bley umgeben, sogleich das Bley schmelzen würde.

Hundert Paare von diesem Apparat wirken weit stärker, als der vorhergehende mit 80, obgleich der letztere mehr Metall und eine größere oxydirbare Oberfläche besitzt. Mit einem Calorimotor von 250 Paaren, welche

auf die angeführte Art construirt, und zwischen zwey in eine Spitze ausgeschnittenen conischen Kohlen entladen wird, entsteht ein Bogen eines elektrischen Entladungslichtes von ¼ bis 1 Zoll Länge, und das Licht davon ist so intensiv, daß man es mit bloßen Augen nicht betrachten kann, sondern durch verdunkelnde Mittel, wie wenn man in die Sonne sieht, anschauen muß. Hare, so wie alle diejenigen, welche mit ihm das erste Mal ihre Augen dem Einfluß dieses ungewöhnlichen Lichtes aussetzten, bekamen entzündete Augen; Hare litt dadurch so, daß er einige Wochen das Tageslicht nicht ertrug, ob er sich gleich bey seinen Versuchen mit dem Knallgebläse an das starke Licht, welches dieses hervorbringt, gewöhnt hatte.

Mit dieser elektrischen Säule von 250 Paaren, der er den Namen Deflagrator gab, erhielt Hare außerdem erstaunungswürdige Wirkungen, die selbst die mit der großen Children'schen Batterie erhaltenen bey weitem übertrafen. Sie wurden insgesammt von Silliman aufs vollkommenste bestätiget. Dieser wollte dabey auch versuchen, die Wirkungen des Calorimotors dadurch zu verstärken, daß er denselben mit einem gewöhnlichen Trogapparat von 300 Plattenpaaren von 4 Zoll Seite verband, fand aber, daß der eine die Wirksamkeit des andern gänzlich aufhob, so daß kaum ein Funken mehr erhalten werden konnte, Wasser kaum merkbar zersetzt und der elektrische Schlag wenig fühlbar wurde. Wurden die Platten aus dem Trog des Calorimotors herausgehoben und in der Luft aufgehängt, so theilten sich die Wirkungen des Trogapparats denselben mit, wie einem andern Leiter, so wie sie aber wieder herabgelassen wurden, so daß sie einen Zoll tief in die Flüssigkeit des Trogs zu stehen kamen, so wurden die Wirkungen des Trogapparats vernichtet. Da dies Silliman als eine mögliche Wirkung davon ansah, daß der Calorimotor seine Paare in einer zusammenhangenden Schichte stehen hatte, ließ er die Platten des gewöhnlichen Trogap-

parats auf dieselbe Weise in einen Trog ohne Abtheilung einsenken; die Wirkung davon war aber ganz dieselbe, und das Resultat blieb unverändert, es mochten die gleichnamigen oder ungleichnamigen Pole der beyden Apparate mit einander verbunden werden. Aus diesem sonderbaren Verhalten schließt Silliman, daß die Dazwischenkunft einer gewöhnlichen elektrischen Säule zwischen die Pole des Calorimotors blos wie ein nichtleitendes Hinderniß wirkt, daß beyde ohne Wirkung auf einander sind, und daß bey diesen zwey Apparaten die wirkende Kraft des einen nicht im Stande ist, durch den andern hindurchzugehen.

Hare suchte dieses Verhalten als eine Folge einer Theorie abzuleiten, welche er sich zur Erklärung der voltaisch-elektrischen Erscheinungen schon früher entworfen hatte, und nach welchen er die dabey zum Vorschein kommende Elektricität, Licht und Wärme, als besondere Körper betrachtet, deren relative Verhältnisse nach verschiedenen Umständen und verschiedenen construirten Apparaten veränderlich seyn können. In den trockenen oder Deluc'schen Säulen, in welchen blos elektrische Abstoßungen und Anziehungen, ohne alle chemische Thätigkeiten und ohne merkbares Licht und Wärme, wirksam sind, wird allein Elektricität erweckt; in dem einfachen galvanischen Paar, wie z. B. in Wollaston's elektrischem Fingerhut, wo ein Metalldraht glühend wird, und wo kein Instrument, mit welchem Elektricität sich zu erkennen giebt, die geringsten Zeichen einer elektrischen Vertheilung zeigt, sind blos Licht und Wärme das Wirkende. In allen verschiedenen Apparaten, welche zwischen diesen beyden Extremen sich construiren lassen, findet man Elektricität, Licht und Wärme zusammenwirkend, aber in verschiedenen Verhältnissen. Es ist daher nach Hare möglich, daß in dem Deflagrator mehr Wärme als Elektricität im Umlaufe ist, während in dem gewöhnlichen Trogapparat mehr Elektricität, als Wärme circulirt, und da keiner von beyden den Ueberschuß des andern durch-

lassen kann, so geht die wirkende Kraft des einen nicht durch den andern hindurch. Berzelius bemerket hiebey, daß diese Ansicht zwar zur Erklärung der paradoxen Erscheinung hinzureichen scheine; ob sie aber deswegen richtig sey, das sey eine andere Frage. Die magnetischen Erscheinungen, welche sich im Gefolge des elektrischen Zustandes eben so wol und auf dieselbe Weise in dem einfachen Funken der Reibungs-Elektricität, wie in dem galvanischen Paare fänden, schienen zu zeigen, daß magnetische Polarität, Elektricität, Licht und Wärme immer auf gleiche Weise einander begleiteten, und daß mithin die wirkende Kraft immer dieselbe sey, wie sie auch erweckt werden möge. Auf der andern Seite schienen Silliman's Versuche, wenn sie sich bestätigten, aus dem, was wir nun von dem elektrischen Zustand der Säule wüßten, nicht erkläret werden zu können.

Bey den Versuchen mit dem Calorimotor glaubte Hare, wenn derselbe durch Kohlenspitzen entladen wurde, gefunden zu haben, daß die Kohle erweicht und breyförmig wurde, und daß, wenn Eisen und Kohle gegeneinander im luftleeren Raum die Entladung bewirkten, die Atmosphäre um sie herum sich entzündete, wenn Luft hineingelassen wurde, und ein röthlicher Rauch sich bildete, der sich auf dem Glase absetzte, und Eisenoxyd zu seyn schien. Hare zog hieraus die Folge, daß die Hitze so stark gewesen sey, daß sie eine Atmosphäre von gasförmigen Eisen hervorbrachte. Silliman, welcher die Entladung mit Kohlenspitzen gegen einander wiederholte, fand, daß an der positiven Spitze beständig ein Aufflug von Kohle sich sammlete, welcher sich vermehrte, bis durch diese Verlängerung eine Berührung zwischen beyden hervorgebracht wurde, indeß an der negativen Kohle, der Spitze der positiven gerade entgegen, eine konische Vertiefung sich bildete, so daß ganz deutlich ein Ueberführen von Kohlentheilen von der negativen zu der positiven Seite Statt gefunden hatte. An jeder Stelle der negativen Kohle, gegen welche die Spitze der positiven ge-

halten wurde, entstand die konische Vertiefung und die Ueberführung von Kohlentheilen zu der positiven Seite. Als er einen Theil der auf diese Art fortgeführten Kohle sammlete, und sie mit dem Vergrößerungsglase betrachtete, fand er, daß sie ein von der gewöhnlichen Holzkohle ganz verschiedenes Aussehen hatte, daß sie grau war, metallisch glänzend, aus vielen zusammen gesinterten sphärischen Oberflächen bestehend, und so schwer, daß wenn Theile der unveränderten Kohle zugleich damit gemengt wurden, diese weggeblasen werden konnten, während die Theile der veränderten zurückblieben; kurz die Kohle hatte eine wirkliche Schmelzung erlitten. Den Unterschied im Aussehen zwischen der geschmolzenen und der nicht geschmolzenen Kohle kann man jedoch, wegen des kleinen Volumens des geschmolzenen Theils, nur unter einem guten Mikroskop sehen. Daß die Asche in der Kohle nicht Ursache dieser Erscheinung war, sieht man daraus, daß sich dieselbe eben so zeigte, wenn zuvor die Asche durch chemische Mittel herausgezogen worden war. Bey dieser Gelegenheit findet Berzelius Folgendes zu erinnern nöthig:

1. daß das Ueberführen der Kohle von der negativen zur positiven Seite gewiß nicht beweise, daß blos in dieser Richtung ein elektrischer Strom gehe. Das Wandern scheine hier von der Geneigtheit der elektro-negativen Kohle herzurühren, sich dem positiven Leiter zu nähern, gerade wie sich, zwischen zwey entgegengesetzt elektrischen Conduktoren, der Lampenruß auf den positiven Leiter niederschlage, und der Rauch des brennenden Kaliums auf den negativen.

2. daß die geschmolzene Masse wol nicht als reine Kohle im geschmolzenen Zustand zu betrachten sey, sondern als ein graphitähnliches Carburetum von Silicium und vielleicht noch andern in der Kohle befindlichen reducirbaren metallischen Stoffen.

Wenn der Deflagrator durch Menschenhände entladen wird, so giebt er keinen eigentlichen Stoß, aber eine schmerzhafte Empfindung, welche von gleicher Beschaffenheit im ersten Augenblick ist, wie nachher, wenn die Kette geschlossen ist, und so bedeutend schmerzhafter auf der positiven Seite, daß Personen, welche die Pole nicht unterscheiden konnten, dieselben daran erkannten.

M. s. Jahres Bericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften von Jac. Berzelius aus den Schwed. übersetzt von C. G. Gmelin. Dritter Jahrg. Tübingen 1824. 8. S. 19 ff.

Wasser (Zus. z. S. 500. Th. V.). Da bey verschiedenen Temperaturen unter einerley Druck das Wasser auch verschiedene Dichtigkeit besitzet, so sieht man leicht, daß das Gewicht desselben unter diesen Umständen, so wie sein Volumen, welches es einnimmt, verschieden seyn müsse. Bey einer großen Menge möglichst genauer Versuche wird aber eine genaue Kenntniß des wahren Volumens und des Gewichts des Wassers unumgänglich erfordert. Um also diesen Bedingungen zu genügen, müssen bey den veränderten Wärmegraden die Volumen und Dichtigkeiten des Wassers bekannt seyn. Die Herren Desprès und Pouillet *) haben daher zu dieser Absicht folgende Tafel nach einer Formel von Biot berechnet, welche sich auf die Erfahrungen des Herrn de Luc gründet. Die Temperaturgrade sind übrigens nach der Reaumur'schen Skale angegeben:

*) *Biot* traité de physique exper. et mat. To. I. p. 425.

Temperat. d. Wassers	Volumen	Dichtigkeit	Temperat. d. Wassers	Volumen	Dichtigkeit
0	1,00000000	1,0000000	40	1,01229496	0,9878544
1	0,99995523	1,0000447	41	1,01292812	0,9872370
2	0,99993058	1,0000694	42	1,01357490	0,9866096
2,736	0,99992521	1,0000746	43	1,01423514	0,9859646
3	0,99992589	1,0000739	44	1,01490866	0,9853103
4	0,99994099	1,0000593	45	1,01559531	0,9846441
5	0,99997571	1,0000241	46	1,01629494	0,9839665
6	1,00002990	0,9999700	47	1,01700736	0,9832771
7	1,00010340	0,9998966	48	1,01773243	0,9825766
8	1,00019604	0,9998041	49	1,01846998	0,9818648
9	1,00030766	0,9996925	50	1,01921984	0,9811425
10	1,00043890	0,9995620	51	1,01998187	0,9804094
11	1,00058718	0,9994131	52	1,02075589	0,9796660
12	1,00075476	0,9992457	53	1,02154173	0,9789124
13	1,00094067	0,9990600	54	1,02233925	0,9781423
14	1,00114474	0,9988564	55	1,02314826	0,9773754
15	1,00136682	0,9986350	56	1,02396662	0,9765923
16	1,00160674	0,9983938	57	1,02480016	0,9758003
17	1,00186425	0,9981390	58	1,02564272	0,9749982
18	1,00213946	0,9978650	59	1,02649613	0,9741877
19	1,00243194	0,9975739	60	1,02736042	0,9733683
20	1,00247116	9,9972633	61	1,02823487	0,9725403
21	1,00306829	0,9969411	62	1,02911988	0,9717040
22	1,00341185	0,9965997	63	1,03001508	0,9708595
23	1,00377212	0,9962419	64	1,03092034	0,9690071
24	1,00414893	0,9958681	65	1,03183547	0,9691467
25	1,00454211	0,9954783	66	1,03276031	0,9682788
26	1,00495152	0,9950729	67	1,03369472	0,9674035
27	1,00537698	0,9946517	68	1,03463853	0,9665212
28	1,00581832	0,9942154	69	1,03559156	0,9656317
29	1,00627540	0,9937637	70	1,03655366	0,9647353
30	1,00674805	0,9932970	71	1,03752464	0,9638326
31	1,00723610	0,9928159	72	1,03850440	0,9692232
32	1,00773939	0,9923200	73	1,03949272	0,9620076
33	1,00825777	0,9918098	74	1,04048948	0,9610860
34	1,00879106	0,9912856	75	1,04149451	0,9591585
35	1,00933910	0,9907473	76	1,04250755	0,9592256
36	1,00990174	0,9901952	77	1,04352856	0,9582872
37	1,01047881	0,9896298	78	1,04455740	0,9573433
38	1,01107014	0,9890512	79	1,04559357	0,9563945
39	1,01167558	0,9884592	80	1,04663760	0,9554406

Der Herr Prof. Hällström ᵅ) zu Abo hat diesen wichtigen Gegenstand einer neuen Prüfung unterworfen, und gefunden, daß die bisherigen Angaben von der größten Dichtigkeit des Wassers und der Ausdehnung des-

β) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXVII. S. 129 ff.

selben bey verschiedenen Wärmegraden noch nicht genau genug seyen. Bey seinen Untersuchungen suchte er zuerst alle diejenigen Vorsichtsmaßregeln anzuwenden, welche zur genauen Anstellung der zur Erlangung dieses Zwecks erforderlichen Versuche nothwendig sind; dann richtete er vorzüglich seine Aufmerksamkeit auf die Correction, welcher das Resultat des Versuchs, wegen Ausdehnung des gebrauchten Hülfskörpers unterworfen werden muß, und leitete zuletzt hieraus Formeln ab, um die Resultate des Versuchs genau zu berechnen. Folgende Tafel liefert nach diesen Bestimmungen die Volumen und Dichtigkeiten des Wassers von 0° bis 30° Cent.

Temperat. d. Wassers	Volumen	Dichtigkeit	Temperat. d. Wassers	Volumen	Dichtigkeit
0° Cnt.	1,0000000	1,0000000	15°	1,0006273	0,9993731
1	0,9999536	1,0000466	16	1,0007666	0,9992340
2	0,9999202	1,0000799	17	1,0009176	0,9990832
3	0,9998996	1,0001004	18	1,0010805	0,9989207
4	0,9998918	1,0001817	19	1,0012548	0,9987468
4,1	0,9998177	1,0001824	20	1,0014406	0,9985615
5	0,9998968	1,000132	21	1,0016379	0,9983648
6	0,9999144	1,0000856	22	1,0018465	0,9981569
7	0,9999445	1,0000555	23	1,0020664	0,9979379
8	0,9999872	1,0000129	24	1,0022976	0,9977077
9	1,0000421	0,9999579	25	1,0025398	0,9974666
10	1,0001094	0,9998906	26	1,0027932	0,9972146
11	1,0001888	0,9998112	27	1,0030575	0,9969518
12	1,0002804	0,9997196	28	1,0033328	0,9966783
13	1,0003841	0,9996160	29	1,0036189	0,9963941
14	1,0004997	0,9995005	30	1,0039160	0,9960993

bey einer wahrscheinlichen Unsicherheit = 0,0000035 in den Dichtigkeiten.

Da in sehr vielen Fällen auch die Dichtigkeiten und die Volumen des Wassers von dessen größter Dichte an gerechnet nöthig sind, so hat Hällström noch folgende Tafel berechnet, worin beyde für + 4,1° C. = 1 gesetzt sind

Temperat.	Volumen	Dichtigkeit	Temperat.	Volumen	Dichtigkeit
0°	1,0001082	0,9998918	15	1,0007357	0,9992647
1	1,0000617	0,9999382	16	1,0008747	0,9991260
2	1,0000281	0,9999717	17	1,0010259	0,9989752
3	1,0000078	0,9999920	18	1,0011888	0,9988125
4	1,0000002	0,9999995	19	1,0013631	0,9986387
4,1	1,0000000	1,0000000	20	1,0015490	0,9984543
5	1,0000050	0,9999950	21	1,0017560	0,9982570
6	1,0000226	0,9999772	22	1,0019549	0,9980489
7	1,0000527	0,9999472	23	1,0021764	0,9978300
8	1,0000954	0,9999044	24	1,0024058	0,9976000
9	1,0001501	0,9998497	25	1,0026483	0,9973587
10	1,0002200	0,9997825	26	1,0029016	0,9971070
11	1,0002970	0,9997030	27	1,0031662	0,9968439
12	1,0003888	0,9996117	28	1,0034414	0,9965704
13	1,0004924	0,9995080	29	1,0037274	0,9962864
14	1,0006081	0,9993922	30	1,0040245	0,9959917

(Zus. z. S. 512. Th. V.). Die bisherigen Resultate, welche die Physiker durch Versuche mit verschiedenen Vorrichtungen über die Zusammendrückung des Wassers und der tropfbaren Flüssigkeiten überhaupt ausgemittelt hatten, schienen noch manchen Zweifeln unterworfen zu seyn. Daher haben sich in den neuern Zeiten einige Physiker die Mühe gegeben, neuere Werkzeuge anzugeben, bey welchen die Zusammendrückbarkeit der tropfbaren Flüssigkeiten auch durch die kleinsten Druckhöhen anschaulich gemacht werden könnten.

Herr Jam. Perkins *) bewirkte einen Druck von mehr als 300 Atmosphären. Er bediente sich hiezu folgendes Apparats: die fig. 33. stellt denselben in der Hälfte der wahren Größe vor, und besteht aus einem kleinen für Wasser undurchdringlichen Cylinder, dessen Seitenwände bey D etwas abgeplattet sind, damit sie nicht reißen mögen, wenn nach aufgehobener Pressung das im Cylinder enthaltene verdichtete Wasser sich wieder ausdehnet. Durch die Kappe C, welche den Cylinder oben verschließt, geht eine enge Röhre E, vor deren unterm Ende ein nach Innen sich öffnendes und durch eine Springfeder angedrucktes Kegelventil angebracht ist.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXII. S. 173 ff.

Nachdem man den Cylinder durch diese Oeffnung E ganz mit Wasser angefüllt hatte, dessen Gewicht genau bekannt war, wurde er in Gegenwart mehrer Gelehrten unter die Bramah'sche Wasserpresse gebracht. Der darauf versuchte Druck betrug ohngefähr 329 Atmosphären, und nachher wurde der Druckmesser herausgenommen und gewogen. Das Gewicht desselben fand sich um $3\frac{1}{2}$ Procent vermehrt. Zuvor war das Wasser gekocht worden, und man hatte es alsdann bis 48° Fahr. erkalten lassen, und erhielt es in dieser Temperatur während des Versuchs. Uebrigens meinet Perkins, es werde sich mittelst eines Apparats mit ganz metallenen flexiblen Kolben noch ein weit höherer Druck, als in der hydraulischen Presse hervorbringen lassen, und er hoffte ihn bis zum 2000 bis 3000fachen des Luftdrucks treiben zu können, ehe die metallischen Kolben durch denselben zerstört werden würden.

Vor kurzen hat Perkins Wasser durch einen Druck von 2000 Atmosphären um $\frac{1}{12}$ seines Umfanges zusammengedrückt. Unter diesem hohen Drucke krystallisirte Essigsäure und atmosphärische Luft und gekohltes Wasserstoffgas wurden in demselben Apparat tropfbar flüssig.

Ueberdem erzählt Perkins noch, daß er auf der Ueberfahrt nach England mehre Versuche mit leeren Porter-Flaschen aus sehr starkem Glase angestellet habe. Er suchte unter andern die stärkste Porter-Flasche aus, pfropfte den Hals mit einem Korke zu, der einen starken Kopf hatte, überband ihn mit sechs Lagen aus feiner in einer Mischung von Theer und Wachs gemachten Leinwand und mit einer Decke von Leder darüber, und ließ sie 270 Faden tief in das Meer hinab. So wol die Flasche als die Verschließungen des Korkes kamen unbeschädiget wieder herauf, und als letztere lagenweise wieder fortgenommen wurden, zeigten keine derselben eine Spur von Feuchtigkeit; und doch war die Flasche bis auf 1 Zoll weit vom Pfropfen mit Wasser angefüllt. Als das Wasser aus der Flasche in ein Glas gegossen

wurde, braußte es auf wie ein mit Gas geschwängertes Wasser.

Als zwey starke Flaschen in einem Sack aus fester Leinwand 500 Faden tief in das Meer herabgelassen wurden, kam die eine, welche mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen, und gehörig überbunden war, in tausend Stücke zerbrochen herauf, indeß die andere mit Kork zugepfropfte und eben so überbundene, die man nur kurze Zeit unten ließ, wohl erhalten war. Sie enthielt $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Wasser, und ihr Korkstöpsel war in die Flasche hineingepreßt worden, die mit Kitt versehenen Lagen Leinwand aber hatten dem Drucke widerstanden, und waren an der Oberfläche nur etwas einwärts vertieft.

Auch hat der Herr Prof. Pfaff in Kiel *) eine eigene Vorrichtung angegeben, die Zusammendruckung der tropfbaren Flüssigkeiten damit durch die geringste Kraft bemerklich zu machen und zu messen. Es besteht dieselbe (fig. 34.) aus einer starken gläsernen Glocke AB, welche $6\frac{1}{2}$ Zoll bis zu ihrem Halse, und 5 Zoll drey Linien bis zu der halbkugelförmigen Wölbung hoch ist, und 4 Zoll im Durchmesser hat. Sie ist in einen starken messingenen Boden LL vollkommen wasser- und luftdicht eingekittet. Unten auf den Boden befindet sich eine durch eine Schraube C ganz genau zu verschließende Oeffnung, durch welche die Flüssigkeit aus der Glocke abgelassen werden kann. Von dem Teller führt eine unter einem rechten Winkel gebogene, starke messingene Leitungsröhre CC′C″ bis zu einem messingenen Hahne b, welcher genau schließt; ein ähnlicher messingener Hahn a ist mit der messingenen Fassung verbunden, welche ganz vollkommen auf den engen Hals der Glocke gekittet ist. Auf diese Weise läßt sich die Glocke auf beyden Seiten genau verschließen. In das Messingstück, in welchem sich der Hahn b befindet, ist aufs genaueste eine Glasröhre FG von etwas mehr als 28 Zoll Länge und 4 Linien Weite eingekittet, welche

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. LXXII. S. 161 ff.

oben mit einem Trichter versehen ist. Auf gleiche Weise ist auf die mit dem Hahne a versehene messingene Fassung des Halses der Glocke, ein Haarröhrchen DE angebracht, welches Pfaff das Steigrohr des Instruments nennt. An der Glasröhre FG befindet sich eine bis auf Viertell-Zolle eingetheilte Skale; in der Skale des Steigerohrs ist der Zoll in Linien abgetheilt, und lassen sich durch einen Vernier noch die Zehntheile der Linie genau bestimmen.

Der Gebrauch dieses Apparats ist folgender: Zuerst werden die Hähne a und b geöffnet, und man füllt dann durch den Trichter G die Flüssigkeit hinein, deren Zusammendruckbarkeit man untersuchen will, bis die Glocke AB ganz damit angefüllt ist, und die Flüssigkeit in der Röhre FG bey o steht. Bey diesem Füllen ist einige Vorsicht nöthig, damit nirgends eine Luftblase zurückbleibe. Die Flüssigkeit steht in dem Steigerohre wegen der Haarröhrchenkraft etwas höher, als in der Röhre FG; da aber dieser Unterschied für jeden Stand im Steigerohre unverändert bleibt, so kommt er nicht in Betracht. Nun dreht man den Hahn a zu, so daß die Verbindung der Glocke mit dem Steigerohre aufgehoben ist, und gießt durch den Trichter neue Flüssigkeit zu bis zu einer beliebigen Höhe. Man fange mit einer so kleinen Druckhöhe an, als man will, z. B. mit einem $\frac{1}{4}$ Zolle. Ist das Wasser durch einen so kleinen Druck schon merklich zusammendrückbar, so wird die Flüssigkeit in der Glocke AB nun etwas verdichtet und ein Theil der Flüssigkeit in dieselbe übergegangen seyn; schließt man dann dem Hahn b ab, so bleibt sie alsdenn in diesem Zustande der Verdichtung, in welchen sie durch den Druck, der auf sie gewirkt, versetzt worden war. Oeffnet man darauf den Hahn a, so muß die Flüssigkeit, wenn sie vollkommen elastisch ist, sich um eben so viel ausdehnen, als sie zusammengedrückt worden war, und es muß ein Theil derselben in das Steigerohr übergehen. Da man die Feinheit des Steigerohrs im Verhältniß mit dem Inhalt

der Glocke beliebig wählen, oder letztere groß genug, nehmen kann, so sieht man leicht, daß auch eine in Beziehung auf das ursprüngliche Volumen der Flüssigkeit fast verschwindende Verdichtung nach merklich gemacht werden könne. Auch sieht man, daß sich der Versuch mit demselben Drucke so oft wiederholen läßt, als man will. Da die Flüssigkeit sich nach dem ersten Versuche wieder ausdehnet, so hat man nur nöthig, den Hahn a wieder zu verschließen und den Hahn b wieder zu öffnen. Es erneuert sich dabey der Druck, die Flüssigkeit wird wieder eben so stark, als zuvor, zusammengedruckt, und hat man die Röhre FG nicht zu enge genommen, so wird, besonders bey kleinen Druckhöhen, die Höhe der Flüssigkeit unmerklich abgenommen haben, weil in solchen Fällen die Verdichtung höchst wenig beträgt, und also aus der Röhre nur eine ungemein kleine Wassermenge in die Glocke übergeht.

Um die Größe der Zusammendrückung aufs genaueste zu messen, muß man den Inhalt der Glocke zwischen den beyden Hähnen a und b genau kennen, so wie den Inhalt des Steigerohrs oder den Werth eines Zolles oder einer Linie desselben in Theilen des Inhalts der Glocke. Am sichersten läßt sich dies durch Abwägungen der Wassermenge, welche zur Füllung der Glocke so wol als des Steigerohrs erforderlich ist, bestimmen.

Um endlich auch allen Einfluß äußerer Wärme abzuhalten, darf man nur die Glocke AB mit einem andern größern Gefäße umgeben, und dieses mit Wasser füllen.

Mit einem solchen Apparate hat Herr Pfaff einige Versuche mit Wasser in verschiedenen Druckhöhen angestellt und gefunden, daß die geringste Druckhöhe eine Anzeige von der Zusammendrückung des Wassers bewirkte. Herr Gilbert bemerket hiebey aber ganz richtig, daß gegen diese Versuche, sofern sie die Elasticität des Wassers zu beweisen bestimmt sind, noch Folgendes zu erinnern sey. Durch das Zusammendrücken des Wassers

werde Wärme frey, mithin das Wasser ausgedehnt, und dies könnte der Grund der Vergrößerung des Raums des Wassers seyn, welche Herr Pfaff beym Oeffnen des Hahns des Steigerohrs gefunden habe. Wären Wasser und Glas nicht so schlechte Wärmeleiter, so würde sich dieser Einwurf schon dafür haben halten lassen, daß man den Apparat mit den geschlossenen Hahne b und geöffnetem Hahne a einige Zeitlang stehen ließe, und keine Verminderung in dem Stande der Steigröhre wahrnähme. Da es aber möglich wäre, daß so geringe Wärmegrade sich mit eben so viel Schwierigkeit als sehr geringe Grade von Elektricität bey schlechter Leitung mittheilten, so giebt er den Vorschlag, die Glocke mit einem Quecksilber- oder Luft-Thermometer mit cylindrischem Gefäße von der Länge der Glocke, oder mit drey gewöhnlichen Thermometern, deren Kugeln unten, in der Mitte und oben im Wasser schwebten, zu versehn, und an ihnen die Temperaturveränderungen beym Zugießen des Wassers und dann beym Oeffnen des Steigerohrs genau zu beobachten. Außerdem kann auch noch gegen Pfaffs Versuche eingewendet werden, daß das Glas durch den Druck des Wassers eine Formänderung erleidet, und das zu suchende Resultat dadurch unrecht macht. Auch selbst bey Perkins Versuchen blieb noch die Frage über die Wärmeentwickelung und den Einfluß der Wärme auf das Volumen des Wassers unbeantwortet. Daher unternahm es der Herr Prof. Oerstedt ein Instrument anzugeben, welches eine genaue Messung der zusammendruckenden Kraft, so wie der Verdichtung des Wassers erlaubte, und wobey man zugleich das Verhältniß der Wärme aufs genaueste bestimmen konnte *). Das Wasser, welches zusammengedruckt werden soll, befindet sich in einer Glasröhre (fig. 35.) a, die ohngefähr 4 Loth

*) Annales de chimie et de physique To. XXII. p. 192 sq. und Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXXVI. S. 332 ff.

Wasser hält. Diese Röhre ist unten geschlossen, oben aber endiget sie sich in eine sehr enge, 52 Linien lange und calibrirte Röhre b c, so daß sie wie eine Flasche mit einem in eine Haarröhre ausgezogenen Halse angesehen werden kann, die einen kleinen 2 Linien breiten Trichter c besitzet. Die untere Flasche a faßt 709,48 Grammen Quecksilber; das Quecksilber aber, welches in der engen Röhre b c eine Länge von 24,6 Linien einnimmt, wiegt nur 96 Millegramm, welches für die Länge einer Linie zehn Milliontheile, oder genauer 0,00000550I ausmacht. Man erwärmt die Flasche ein wenig, indem man sie in die Hand nimmt, wo möglich kaum um $\frac{1}{4}$° des hunderttheiligen Thermometers, und gießt nun einen Tropfen Quecksilber in den Trichter c. Durch die nachfolgende Abkühlung wird es sich daher zum Theil in die enge Röhre hinabziehen, und das Wasser sperren. Die Flasche wird nun in einen starken Glascylinder ABCD gebracht, der oben einen kleinen Stiefel EFGH, mit einem Stempel versehen, hat. Wird mittelst dieses Stempels ein Druck auf das Wasser im Cylinder ausgeübt, so wirkt dieser durch Fortpflanzung auf das Quecksilber im Trichter, mithin auch auf das Wasser in a. So wie das Wasser zusammengedruckt wird, muß das Quecksilber in der Haarröhre sich senken, welches auch bey jedem Versuche geschieht. Um die Größe des Zusammendrucks zu messen, wird die Flasche an einen Fuß d befestiget, welcher den Maaßstab trägt, der bis zu $\frac{1}{4}$ Linien eingetheilet ist. Als Maaß der Größe des Drucks dienet eine oben geschlossene calibrirte Röhre e f, die mit Luft gefüllt ist, und durch deren Zusammendruckung die Größe der druckenden Kraft bestimmt wird; die Temperaturveränderungen sieht man leicht an dem engen Hals der Flasche, und zwar noch besser, als an irgend einem Thermometer; denn eine Erwärmung von 1° des hunderttheiligen Thermometers macht das Wasser um 27 Linien steigend, wenn dessen Wärme ungefähr 15° ist. Da die Eintheilung bis auf $\frac{1}{4}$ Linie geht, und man Verän-

derungen bis zu $\frac{1}{8}$ Linie mit den Augen bestimmen kann, so kann eine Veränderung von $\frac{1}{100}$ Grad der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht entgehen, und selbst $\frac{1}{200}°$ ist nicht schwer zu entdecken. Sobald man den Druck, den man anwenden wollte, erreicht und angemerket hat, um wie viel das Quecksilber in der engen Röhre sich gesenkt, und um wie viel das Wasser in der mit Luft gefüllten Röhre gestiegen ist, hebt man gleich den Druck wieder auf. Man wird alsdenn finden, daß das Wasser fast stets das Quecksilber etwas höher treibt, als es kurz vor Anfang des Versuchs stand. Bey einem schnellen Versuch ist der Unterschied nicht beträchtlich; bey einem langsamen Verfahren kann aber der Unterschied $\frac{1}{2}$, ja selbst eine ganze Linie ausmachen. Durch eine lange Reihe von Versuchen, wovon die genauesten bey 15 bis 16° angestellt werden, hat die Wirkung eines Drucks gleich dem der Atmosphäre eine Verdichtung von 47 Milliontheilen des Volumens des zusammengedruckten Wassers; eine Uebereinstimmung mit Canto'ns Versuche (Th. V. S. 509.) von 46 Milliontheilen, welche Beachtung verdient. Durch Abänderung des Drucks von $\frac{1}{3}$ der Atmosphäre bis zu dem von sechs Atmosphären fand Oerstedt, daß sich die Verdichtung, wie die zusammendruckenden Kräfte verhält.

Aus diesen Versuchen scheint man schließen zu können, daß sich bey der Verdichtung keine Wärme entwickelt, indem die Grenze zwischen Quecksilber und Wasser nach Beendigung des Versuchs wieder beynahe auf den nämlichen Punkt zurückkommt. Es muß die sehr unbedeutende Temperaturveränderung als eine nothwendige Folge der Berührung angesehen werden, welche mit dem Versuche unzertrennlich ist. Selbst nach einem Druck von fünf Atmosphären war die Temperaturveränderung noch nicht 0,01°, und in der Regel weder größer noch kleiner, als wenn nur der Druck einer einzigen Atmosphäre angewendet wurde. Da inzwischen zu gedenken war, daß die Ausdehnung nach nachgelassenem Drucke die durch die

Zusammendrückung entwickelte Wärme wieder vernichten könnte, so wurde ein Broquet'sches Metallthermometer, worauf eine Veränderung von 0°, leicht bemerkbar seyn würde, ins Wasser in den Cylinder gebracht, und der stärksten Zusammendrückung ausgesetzt, die man zu Stande bringen konnte, ohne daß es eine Spur von Temperaturerhöhung angab.

Herr Desaignes hatte bereits vor mehren Jahren diese angeführten Versuche wahrgenommen, daß die tropfbaren Flüssigkeiten in einer eigenen von ihm beschriebenen Compressionspumpe durch einen schnellen und raschen Druck ein lebhaftes Licht entwickeln. Der Herr Plac. Heinrich *) hat diese Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten wiederholt, und dabey zugleich eine Verbesserung an Desaigne's Compressionspumpe angegeben. Seinen Erfahrungen zu Folge ergeben sich folgende Resultate:

1. alle tropfbare Flüssigkeiten entwickeln durch einen schnellen Druck auf sie ein Licht,
2. dieses Licht ist nur augenblicklich und vorübergehend, wie der Stoß,
3. der Lichtschimmer wächst mit der Stärke des Stoßes,
4. er bleibt gänzlich aus, wenn der Stoß entweder zu schwach, oder der Apparat nicht vollkommen genau schließt,
5. die Farbe des Lichtes wechselt mit der Flüssigkeit, und mit der Stärke des Stoßes; mag auch wol von der Beschaffenheit der Glasröhre abhangen; bey Wasser ist sie gelblich.
6. Der Versuch glückt auch, wenn man ihn mit demselben Wasser öfters nacheinander wiederholt.
7. Zugleich entwickelt sich auch mit jedem Stoße etwas fühlbare Wärme.

(Zus. z. S. 791.). Die Zusammensetzung des Wassers aus Sauerstoff und Wasserstoff ist lange Zeit mit Unsicherheit gekannt worden; Fourcroy, Vauquelin

*) Die Phosphorescenz der Körper. S. 448 ff.

und Seguin bestimmten sie durch einen synthetischen damals genauesten Versuch zu 15 Theile Wasserstoff und 85 Theile Sauerstoff; Biot und Arrago, gestützt auf Gay-Lussac's Entdeckung der Gesetze, nach welchen sich Luftarten verbinden, berechneten sie aus dem specifischen Gewichte derselben zu 11,72 Theile Wasserstoff und 88,28 Theile Sauerstoff; nachher bestimmte sie Gay-Lussac zu 13,27 Wasserstoff gegen 86,73 Sauerstoff. Bey den Versuchen, nach welchen Berzelius die Zusammensetzung des Bley- und Kupferoxyds mittelst des Wasserstoffgases bestimmen wollte, erhielt er weniger Wasser, als er nach der Berechnung von dem Verlust an Sauerstoff, den das Oxyd durch die Reduction erlitt, hätte erhalten sollen. Diese Bemerkung gab zu einer neuen Untersuchung der Zusammensetzung des Wassers Veranlassung, welche er gemeinschaftlich mit Dulong in dem Laboratorium Berthollet's zu Arcueil anzustellen Gelegenheit hatte. Zu dem Ende wurden geringere Mengen von Kupferoxyd durch Wasserstoffgas reducirt, und das durch die Reduction gebildete Wasser in geschmolzenem salzsauren Kalk aufgenommen; auf diese Art wurde durch Wägung des reducirten Kupfers gefunden, wie viel Sauerstoff angewendet wurde, und durch Wägung des feuchten salzsauren Kalkes, wie viel Wasser sich daraus gebildet hatte. Die Mittelzahl dieser Versuche gab 88,9 Theile Sauerstoff und 11,1 Theil Wasserstoff in 100 Theilen Wasser. Als, zur Bestätigung dieser Versuche Sauerstoff- und Wasserstoffgas gewogen wurden, welche in dem höchsten Grade von Reinheit bereitet worden waren, so wurde das specifische Gewicht des Wasserstoffgases 0,0688, das des Sauerstoffgases 1,1026 befunden, das der atmosphärischen Luft = 1,000 gesetzt. Diese Zahlen stimmten vollkommen mit dem Resultate des angeführten Versuchs der Zusammensetzung des Wassers überein.

Biot bewirkte die Bildung des Wassers aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas durch bloße Compression.

M. s. den Artikel: Feuerzeug, pnevmatisches, B. IX. S. 71.

(Zus. z. S. 793. Th. VI.). Auch gelang es Wollaston, die Zerlegung des Wassers in die beyden Bestandtheile mittelst der gewöhnlichen Elektricität zu bewerkstelligen. Er leitete nämlich den elektrischen Strom in das Wasser durch ganz feine Platindrähte, die in scharfe Spitzen ausgiengen, und sich in Glasröhren isolirt befanden oder mit Harz umgeben waren, so daß sie ihre Elektricität nur durch das letzte Ende dieser Spitze verlieren konnten. Auf solche Art war es möglich, daß eine wenn gleich schwache Elektricität eine ausnehmende Intensität zu erlangen fähig war, welche an dem äußersten Ende der Spitze wirkte, und dort mit ihrer ganzen Stärke sich gegen den einzigen Wassertheil richtete, womit die Spitze in Berührung war. Auch reichte der Strom einer, eben nicht sehr kräftig wirkenden Elektrisirmaschine, hin, aus dem Wasser unausgesetzt eine Menge kleiner Bläschen zu entwickeln, die, wenn sie aufgefangen, und abermals der Prüfung durch den elektrischen Funken unterworfen wurden, sich als die beyden Gasarten zeigten, aus welchen das Wasser zusammengesetzt ist. Mit größerer Sicherheit und Schnelligkeit erhält man die bezweckte Wirkung, wenn man durch die beyden Spitzen zwey Ströme verschiedenartiger Elektricitäten zugleich ankommen läßt.

Wurde eine solche Durchleitung des elektrischen Stroms durch zwey ganz feine Spitzen bewerkstelliget, die eine von Kupfer und die andere von Silber, welche in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer tauchten, und deren erste mit dem positiven Conductor in leitender Verbindung stand, so ward das Salz zersetzt. Das von der Säure geschiedene Kupfer stellte sich in regulinischem Zustande am Silberdraht wieder her, und der andere Draht ward aufgelößt. Kehrte man die Verbindung um, so daß der Silberdraht, der sich so mit Kupfer überzogen hatte, mit dem negativen Conductor in Verbindung ge-

bracht ward, so lösete sich der Kupferniederschlag an seiner Oberfläche wieder auf, und die Fällung geschah jetzt am andern Drahte.

Diese und andere ähnliche von **Wollaston** angestellte Versuche zeigten, daß die negative Elektricität das Bestreben hat, den Sauerstoff aus den Verbindungen, in die er eingeht, zu scheiden; dagegen die positive Elektricität die Verbindungen befördert.

(Zus. z. S. 800. Th. VI.). Um sich zu überzeugen, ob beyde Gasarten, welche sich durch die galvanische Elektricität aus dem Wasser entbinden, wirklich in dem Verhältniß, in welchem sie Wasser bilden, zum Vorschein kommen, müssen sie aufgefangen und gemessen werden. Die Herren **Gay-Lussac** und **Thenard** haben zu dieser Absicht einen vorzüglich zweckmäßigen Apparat angegeben. Es besteht derselbe aus einem gläsernen Trichter, dessen untere Oeffnung mit einem Korkpfropf verschlossen ist, durch welchen man zwey kleine Glasröhren gehen läßt, die ungefähr einen Centimeter von einander abstehen, und aus ihren Enden sowol oberhalb als unterhalb des Pfropfs etwas hervorragen. Jede Röhre dient einem Platindraht zur Hülle, der so mit Siegellack eingekittet ist, daß die Röhre völlig verschlossen wird. Das Ganze hat die Anordnung, daß die beyden Drähte sich im Innern des gläsernen Trichters bis vier oder 5 Centimeter über seinen Enden erheben. Man gießt Wasser in den Trichter, und bedeckt jeden Draht mit einer kleinen, gleichfalls mit Wasser gefüllten, Glasglocke. Darauf setzt man die äußern Enden der Drähte, jeden mit einem Pol der Säule, in Verbindung, worauf der Apparat in Wirkung tritt. Man läßt diese einige Zeit dauern, unterbricht sie alsdenn, und mißt das Volumen der unter jeder Glocke entbundenen Gasart. Auf diese Art wird sich zweymal so viel Wasserstoffgas als Sauerstoffgas dem Volumen nach finden, und wirklich sind dies die Verhältnisse, in welchen das Wasser aus diesen Gasarten zusammengesetzt ist; denn bewirkt

man durch den elektrischen Funken ihre Wiedervereinigung, so entsteht Wasser, und es bleibt kein Gasrückstand. Um volle Wirkung der Volta'schen Säule zu erhalten, muß die Verbindung der Drähte mit den Polen derselben in vollkommnen Grade Statt haben. Am besten gelangt man hiezu wenn man sie in ein kleines mit Quecksilber gefülltes Glasgefäß taucht, in welches auch zwey dicke Eisendrähte tauchen, die an die äußern Platten des elektromotorischen Apparats gelöthet sind.

Bey ihren Versuchen über diesen Gegenstand fanden Gay-Lussac und Thenard, daß die Menge Gas, welche in einer gegebenen Zeit durch einen und denselben Apparat, Scheiben- oder Trogapparat entbunden wurde, sich beträchtlich nach der Beschaffenheit der Substanzen abänderte, welche in dem Wasser des Trichters aufgelöset waren. In concentrirten Salzauflösungen, Mischungen von Säure und Wasser gieng die Entbindung am reichlichsten und schnellsten vor sich. Das Produkt derselben minderte sich in dem Maaße, als weniger Salz oder Säure dazu genommen ward, und endlich, wenn der Trichter nur gekochtes und ganz reines Wasser enthielt, entwickelte sich fast gar kein Gas mehr.

Gay-Lussac und Thenard suchten ein Verhältniß zwischen den durch eine Säule entbundenen Gasmengen und den in das Wasser des Trichters gebrachten Salzmengen auszumitteln; fanden jedoch blos für das schwefelsaure Natrum ein einfaches Verhältniß. Die Gasmengen, welche sich in einer gegebenen Zeit entbinden, verhalten sich nach ihnen ganz nahe wie die Cubikwurzeln der Quantitäten dieses Salzes, welche sich im Wasser befinden, dessen Zersetzung vor sich geht. Bey der Auflösung von Salpeter zeigte sich ein entgegengesetzter Erfolg; mit Salz gesättigt entband sie weniger Gas, als nicht damit gesättigt. Man muß hiebey aber berücksichtigen, daß die Zersetzung des Wassers nicht die einzige Erscheinung ist, welche bey diesen Versuchen vorgeht. Die meisten Substanzen, welche sich in dieser

Flüssigkeit aufgelößt befinden, und mit ihr der Wirkung des elektrischen Stroms ausgesetzt werden, erleiden ebenfalls Veränderungen in ihrem Zustande. Daher läßt es sich nicht erwarten, daß man ein beständiges oder einfaches Verhältniß zwischen der absoluten Stärke des Apparats und der bloßen Gasentbindung auffinden wird.

Anfänglich, als diese Erscheinungen wahrgenommen wurden, glaubte man, daß die elektrische Wirksamkeit wirklich eine Säure um den positiven und Alkali um den negativen Draht bilde; allein fernere Untersuchungen, die vorzüglich H. Davy angestellet hat, ergaben, daß diese Erscheinungen nur Folgen der Zersetzungen sind, die überhaupt durch den elektrischen Strom in den Mitteln, durch welche man ihn gehen läßt, hervorgebracht werden. Er fand, daß sich dieselben nur durch Vorsichtsmaaßregeln verhüten lassen. So erhielt er noch Zeichen von Säure und Alkali, wenn er den Volta'schen Strom eine Zeitlang durch ganz reines Wasser gehen ließ, das in verschiedenen Glasgefäßen enthalten war, welche blos durch unauflösliche faserige Stoffe, wie feuchte Asbestfasern, mit einander in leitende Verbindung gebracht waren. In diesem Fall rührt das Alkali von einer theilweisen Zersetzung des Glases selbst her; die Säure wird durch den aus dem Wasser entbundenen Sauerstoff gebildet, der während des Entstehens mit dem Stickstoff der umgebenden Atmosphäre zur Salpetersäure zusammentritt. Diese Spuren von Salpetersäure waren noch merklich, obwol ganz schwach, wenn man gemeines destillirtes Wasser in goldnen Schalen anwendet; jedoch fand sich auch, daß solches Wasser noch nicht ganz frey vom fremden Stoff war. Endlich glückte der Versuch mit destillirtem Wasser, das ganz langsam in silbernen Helmen destillirt worden war, und dem elektrischen Strome in goldenen Gefäßen ausgesetzt wurde. Hier verschwanden die Spuren von Säuren und Alkali gänzlich. Da diese Versuche auf die große Wirksamkeit chemischer Zersetzungen führten, so gaben sie auch zugleich die Veran-

lassung, sich gegen die Wirkung dieser zersetzenden Kraft auf die Gefäße selbst, in welche die zu untersuchenden Flüssigkeiten gethan wurden, zu sichern. Versuche, bey welchen Genauigkeit erforderlich war, mußten in Schalen von Gold oder Agat angestellt, und vor den Zutritt der Luft verwahret werden. Bey allen diesen mancherley Versuchen ergaben sich wieder neue, oft unerwartete, Erscheinungen. Substanzen, die erst gemischt und in der leitenden Flüssigkeit gleichförmig vertheilt waren, trennten sich unter den Einfluß des galvanischen Stroms, und jede derselben fand sich in einer besondern Schale wieder. Andere, die sich erst in verschiedenen Schalen befunden hatten, verwechselten ihre Schalen, so daß man in diesem elektrischen Strom ein eigenthümliches Fortführungsvermögen annehmen mußte, welches die sauren Grundstoffe im Allgemeinen am positiven Pol ansammlete, die säuerungsfähigen Basen am negativen, welche Entdeckung von den beyden Chemikern, Berzelius und Hisinger gemacht wurde.

Bey diesem Fortführungsvermögen sind in den neuern Zeiten ganz unerwartete Erscheinungen wahrgenommen worden. Nicht allein Substanzen gehen manchmal durch Mittel hindurch, zu welchen sie eine starke Verwandtschaft besitzen, ohne sich mit denselben zu verbinden, sondern selbst auch die empfindlichsten Reagentien scheinen von den Produkten der Zersetzung, wenn diese durch sie hindurchgeführet werden, nicht afficirt zu werden, und können keine Anzeige von denselben bey ihrem Durchgange geben. Außerdem ist noch bemerkenswerth, daß bey der Ueberführung der Bestandtheile des Wassers, des Sauerstoffs zum positiven und des Wasserstoffs zum negativen während der Wirkung des Apparats, auch das Wasser selbst in Masse von positiven zum negativen Pol sich zu bewegen strebt, und dadurch in den Stand gesetzet wird, Körper zu durchdringen, die es sonst nicht durchdringt. Porret in London hat bekannt gemacht, daß, wenn man einen gläsernen Cylinder vermittelst einer

Blase in zwey Hälften theilet, in eine Hälfte Wasser füllt, und dieses mit dem positiven Pole einer Säule von dreyßig Plattenpaaren verbindet (während wahrscheinlich der negative Draht sich in der leeren Hälfte befindet, und die Blasenscheide ward berühret), das Wasser in die leere Hälfte durch die Blase dringt, und endlich in ihr höher (in seinem Versuch um ¾ Zoll höher) zu stehen kommt, als in der positiven Hälfte. Dieselbe Erscheinung bemerkte Müller. Zwey besondere Glasröhren, die an ihrem untern Ende mit Blase wasserdicht verschlossen, und bis zur Hälfte mit einer Auflösung aus salpetersaurem Kupfer gefüllt waren, standen in einem, mit etwas destillirtem Wasser gefüllten Glase; und der in die eine Röhre gestellte Zinkdraht war mit dem Silberdraht der andern in Berührung. Nach einer Zeit von drey Stunden war die Salpeter-Kupferauflösung aus der Zinkröhre beynahe völlig herausgetreten, und die Silberröhre hatte sich beynahe bis zum Ueberfließen damit gefüllt [α]). Manche glauben, daß auf eine ähnliche Weise der Uebergang der Flüssigkeiten durch die geschlossenen Zellenwände in Thier- und Pflanzenkörpern vermittelt werde.

Der Herr v. Grotthus [β]) hatte auch gefunden, daß das Wasser, wenn es sehr stark zusammengedruckt wird, in der galvanischen Kette als ein metallischer Leiter wirken kann. Es bildete sich nämlich an einer Glasröhre, welche an dem einen Ende zu geschmolzen worden war, durch schnelles Abkühlen eine Ritze. Diese Röhre wurde mit einer Flüssigkeit gefüllt, und in ein Gefäß eingetaucht, welches dieselbe Flüssigkeit enthielt. Wurde nun ein Metalldraht in die Flüssigkeit der Röhre, und ein anderer in die Flüssigkeit ausserhalb der Röhre gebracht, so zeigten sich anfänglich keine Spuren von Entladung; nach einigen Stunden aber fiengen die Metalldrähte an,

---

α) Anmerkung zu Singer. S. 417.
β) Schweigger's Journal. B. XXVIII. S. 315.

Gas zu entwickeln, und zugleich entband sich von der einen Seite der Ritze Wasserstoffgas, von der andern Sauerstoffgas. Der Herr v. Grotthus erkläret dies so: das Wasser, welches vermöge Haarröhrchen-Wirkung in die feine Ritze eingedrungen ist, wurde dort so stark zusammengedruckt, daß es nun gleich einem Metall, leitend wurde.

M. s. *Biot* traité de physique experim. et geomet. To. II. p. 505 sq.

Wasserhose (Zus. z. S. 548. Th. V.). In den neuern Zeiten sind von den Seefahrern mehre, zum Theil sehr umständliche Beschreibungen dieses fürchterlichen Meteors gegeben worden *). Indessen scheinen die Data noch nicht hinreichend genug zu seyn, den sichern Grund ihrer Entstehung anzugeben. Herr Homer hat aus den bekannten Erfahrungen folgende allgemeine Gesetze abzuleiten gesucht:

1. Wasserhosen entstehen meist blos in der Nähe des Landes, wo unbeständige Winde und Temperaturen herrschen.
2. Sie sind immer mit örtlichen Gewittern und mit elektrischen Erscheinungen begleitet, aber nie erscheinen sie bey ausgedehnten Gewittern.
3. Sie sind nie Wirkung eines allgemeinen Windes, und um sie her herrscht meist Windstille.
4. Sie führen alle von ihnen ergriffenen Gegenstände wirbelnd in die Höhe.
5. Sie entstehen bald von oben aus den Wolken, bald von unten aus dem Wasser.
6. Ihre Masse besteht nicht aus dichtem Wasser, sondern blos aus Wasserdunst.
7. Ihre Größe ist verschieden von 2 bis 200 Fuß im Durchmesser, und von 30 bis 1500 Fuß Höhe.
8. Die Landtromben haben einerley Ursprung mit den Wasserhosen, sie sind aber viel heftiger wirkend,

*) Gilbert's Annalen. B. LVII. S. 219 ff. B. LVIII. S. 207 f. B. LXXIII. S. 95 ff.

und zerstörender, weil durch das Entgegenkommen des Wassers das Gleichgewicht der Elektricität erhalten oder hergestellt, und dadurch die Wirkung geschwächt wird.

Zur größern Aufhellung dieses Meteors giebt der Herr Prof. und Oberbergrath Nöggerath a) Nachricht von einer fürchterlichen Wind- und Wasserhose, welche in der Gegend von Bonn am 4ten Aug. 1824 ist beobachtet worden. Sie entstand in S. W. aus einer schwarzen zur Erde herabgesenkten Wolke; aus der Mitte derselben sah man einen ziemlich breiten, nebelichen, weißgrauen Streifen sich zur Erde hinneigen, welcher successiv nach dem Boden hin eine trichterförmige Erweiterung annahm; auffallend soll die Farbe der trichterförmigen Erscheinung von der Farbe der Wolke verschieden gewesen seyn; auch will man einige Augenblicke ein schnelles Umdrehen des Trichters um seine Axe beobachtet haben. Sie bewegte sich ziemlich schnell in einer scheinbaren linearen Richtung von SSW. nach NNO. Uebrigens hat dieses Meteor auf seinem Wege fürchterlich gewüthet, wobey ein starkes Getöse hörbar war, welches mehre Personen mit dem Gerassel von schwer beladenen über felsigte Wege fahrenden Frachtwagen verglichen, andere aber ein dumpfes Sausen nannten. Es zog sich durch den Rhein, als wirkliche Wasserhose auf das jenseitige Ufer, und als es in der Mitte desselben beobachtet wurde, sah man vom Lande aus den Boden in der Mitte des Stromes sehr deutlich, indem die ungeheure Kraft des wirbelnden Windes das Wasser etwa 24 Fuß tief durchbort hatte, wobey die Wellen auf 40 bis 50 Fuß über den Wasserspiegel erhoben. Der früher bemerkte weißlich graue Streifen, welcher aus der Wolke herabreichte, ließ sich auch jetzt deutlich in der Wassersäule erkennen, ebenfalls unten breit, allmählig nach oben hin schmäler werdend, und sich in der schwarzen

---

a) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. III. S. 52 f.

Wolke zuletzt ganz verlierend. Endlich verlor sich der weißlich graue Streifen mit der schwarzen Wolke allmählig undeutlich, und beyde zerflossen zuletzt im übrigen Gewölke, nachdem auch die nachtheiligen Wirkungen verschwunden waren. Folgende Momente dieser fürchterlichen Erscheinung schienen Herrn Nöggerath merkwürdig:

1. dessen umgekehrt trichterförmige oder aufrechtsstehend konische Gestalt, welche mehrfach bestätigt ist, während die sonst beobachteten Meteore dieser Art mehr eine aufrechtsstehende Trichter- oder die Form eines auf die Spitze gestellten Kegels zu haben pflegen, welche gewöhnlich schlaugförmig genannt wird. Wenn das Phänomen, wie es anzunehmen ist, ein elektrisches seyn möchte, sollten denn diese Verschiedenheiten wol dadurch bedingt werden, daß die elektrischen Ausgleichungen sowol von oben nach unten, von den Wolken nach der Erde, als auch umgekehrt von unten nach oben Statt finden?

2. Daß die Erscheinung auf ihrem Wege an Energie sowol, als an Breite ab- und zugenommen zu haben scheint, und

3. wird durch diese Beobachtungen von neuem, die Identität der Art des Meteors bey den Windhosen auf dem Lande mit dem Wasserhosen auf dem Meere bestätigt.

Diese vom Herr Nöggerath beschriebene Wasser- und Windhose gab dem Herrn G. F. Pohl *) in Berlin Gelegenheit, einige Bemerkungen über Wasserhosen überhaupt zu machen. Es schien ihm besonders der Umstand sehr wichtig, daß diese Trombe eine Hauptrichtung in der fortschreitenden Bewegung nach den Weltgegenden genommen habe. Er ist daher überhaupt der Meinung, daß die wirbelnde und fortrückende Bewegung die wesentlichste und zugleich die räthselhafteste Seite dieser merkwürdigen Phänomene bilden, und daß zum Ver-

*) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. B. IV. S. 181 ff.

ständnisse dieser bis dahin allen Erklärungsversuchen Trotz bietenden Seite jetzt die Physik den Schlüssel in den Händen hat.

Daß der eigentliche Entstehungsgrund der Land- und Meertromben ein elektrischer Ausgleichungsprozeß zwischen Atmosphäre und der Erde sey, das spreche das ganze Phänomen mit den sämmtlichen in seinem Gefolge auftretenden Merkmahlen so deutlich aus, daß fast alle, welche es versucht hätten, über den Grund der Erscheinung Rechenschaft zu geben, hierin einverstanden wären, so weit sie auch sonst von einer genügenden Nachweisung des Einzelnen entfernt geblieben seyn möchten. Die Tromben und Gewitter hätten ohne Zweifel das mit einander gemein, daß sie elektrische Entladungen wären, und sie unterschieden sich darin von einander, daß beym Gewitter das Gleichgewicht in momentanen Explosionen, bey der Wettersäule hingegen in einer continuirlichen so genannten strömenden Ausgleichung von der Atmosphäre zur Erde, oder umgekehrt von dieser zu jener bewerkstelliget werde.

Es ist klar, daß die Leitungsfähigkeit der Elektricität des leitenden Mediums zwischen den elektrischen Polen an sich und den Graden nach relativ ist; d. h. nicht allein von der Natur des Mediums selber, sondern zugleich von der Stärke der elektrischen Entladungstendenz abhange. Daher ist es begreiflich, daß bey einer mächtigen weit verbreiteten elektrischen Spannung zwischen der Erde und den höher liegenden Regionen der Atmosphäre der Drang zur Ausgleichung sich an zwey gegenüber liegenden Stellen concentriren, und, ohne Zweifel unter eigenthümlichen dem Hergang begünstigenden Zuständen der Atmosphäre, eine continuirliche Entladung durch die zwischen beyden liegende Luftsäule hindurch erzwingen und bewerkstelligen könne.

Wenn auf solche Art nach Herrn Pohl diese Luftsäule, gleich dem Verbindungsdrahte der Kette, als Leiter der Elektricität fungirt, so ist sie zugleich ein mächtiger

Elektromagnet, welcher als solcher durch den Elektro-Magnetismus in einer auf den magnetischen Meridian senkrechten Richtung entweder von Ost nach West, wenn + E aus der Erde aufsteigt, oder von West nach Ost wenn + E aus der Atmosphäre kommt, fortgetrieben, und zugleich ganz nach demselben Gesetze der progressiven Fortschreitung in der nämlichen Richtung auch um seine Axe gewirbelt werden muß.

Er ist der Meinung, daß ein jeder, welcher Augenzeuge von der Lebendigkeit gewesen ist, womit bewegliche elektromagnetische Leitungsdrähte im Versuche durch den Erdmagnetismus im Kreise umhergetrieben werden, diese Ansicht als die naturgemäße anerkennen werde, so fern Vergleichung und Erfahrung die mit dieser Erklärung übereinstimmige Bewegungsrichtung solcher Wirbelsäulen bestätigen. In der That hatte die bey Bonn gesehene Trombe eine der senkrechten Richtung auf den magnetischen Meridian im Ganzen sehr wol entsprechende Bewegung von SW. nach NO. Indessen kann auch diese durch die magnetische Declination im Ganzen bestimmte Richtung durch Lokalumstände allerdings wohl sehr modificirt werden.

Bey den vom Herrn Pohl gemachten elektromagnetischen Versuchen wurden die Leitungsdrähte durch den Erdmagnetismus und die Wirkung der Kette mit großer Vehemenz in 16 Sekunden zehnmal im Umkreise umher getrieben; was sey nun aber die Thätigkeit der stärksten elektrischen Säule gegen die Intensität der Entladung der atmosphärisch-tellurischen Elektricität? Setze man, daß die leitende Luftsäule der Trombe nur in 5 Sekunden einmal um ihre Axe gewirbelt werde, und nehme ihren Durchmesser zu 500 Fuß an, so ergebe sich daraus an ihrem Umfange schon eine Geschwindigkeit von mehr als 300 Fuß, die die Geschwindigkeit des gewaltsamsten Orkans unfehlbar um mehr als das Doppelte übertreffe, und daher solche ungeheure Wirkungen wie diejenigen, mit welchen diese furchtbaren Meteore in der

Regel begleitet sind, nothwendiger Weise zur Folge haben müsse.

Zugleich ist es eine eben so einfache Folge der anziehenden und abstoßenden Kraft der Elektricität einerseits und der rotirenden Bewegung der Trombe andererseits, daß das Wasser, über welches sie fortgetrieben wird, in Spirallinien in ihr auf- und abgewirbelt werden müsse, und zwar muß, wie mehre Beobachter bey verschiedenen Wassertromben dieses deutlich bemerkt zu haben versichern, die Bewegungsrichtung der auf- und absteigenden Spiralen nothwendig entgegengesetzt seyn, sobald die Axe der Trombe nur etwas gegen den Horizont geneigt ist.

Nach Herrn Pohl ist es vorzüglich wünschenswerth, bey Entstehung dieser Meteore vor allen andern auf die Richtung der Bewegung und zugleich auch auf das Verhalten der Magnetnadel acht zu haben; dann nothwendig müsse das Meteor, wenn es nahe genug sey, auf die Magnetnadel einen beträchtlichen Einfluß äußern, wenn seine angeführte Ansicht über die Natur desselben die wahre sey.

Wasserstoff (Zus. z. S. 553. Th. V). Die neuern Untersuchungen haben ergeben, daß dieser Stoff ein wirklich einfacher und in der Natur sehr verbreiteter Stoff ist. Er ist diejenige Substanz, welche allen den Körpern, welche man in ökonomischer Hinsicht zur Erzeugung von Wärme und Licht anwendet, die Fähigkeit ertheilt, mit Flamme zu brennen. M. s. den Artikel: Flamme. Für sich allein ist er nicht darstellbar, verbindet sich aber mit einer großen Menge von Stoffen. Die dadurch erhaltenen Verbindungen sind von doppelter Art: einige befinden sich im Zustande fester Körper, so genannte Hydrären; andere sind gasförmig. Die Verbindungen des Wasserstoffs mit andern Stoffen sind überhaupt folgende:

Wasserstoff, verbunden

mit Chor bildet Salzsäure,

mit Jod bildet Jodwasserstoffsäure,

mit Blaustoff bildet Blausäure,
mit Kohlenstoff bildet mit dem Minimum und Maximum der Kohle verbundenen Wasserstoff,
mit Stickstoff bildet Ammonium,
mit Phosphor bildet mit dem Minimum und Maximum des Phosphors verbundenen Wasserstoff;
mit Schwefel bildet mit dem Minimum und Maximum des Schwefels verbundenen Wasserstoff;
mit Arsenik bildet Arsenikwasserstoff,
mit Tellur bildet Tellurwasserstoff,
mit Kalium bildet Kaliumwasserstoff,
mit Sauerstoff bildet Wasser.

Noch eine neue Oxydationsstuffe des Wasserstoffs, bey welcher der Wasserstoff mit doppelt so viel Sauerstoff verbunden ist, als im Wasser, wurde von Thenard entdeckt *). Gilbert gab ihr den Namen tropfbar-flüssiger-Sauerstoff, Thenard aber oxygenirtes Wasser; nach Berzelius kann diese Verbindung Wasserstoff-Superoxyd genannt werden. Die Bereitung derselben ist ein langwieriger, schwer zu bewerkstelligender Prozeß. Man erhitzt ganz wasserfreyen caustischen Baryt bis zum Glühen in einer Röhre, während Sauerstoffgas durch denselben hindurch geleitet wird; der Baryt absorbiret auf diese Art das Sauerstoffgas, und wird dadurch in ein Superoxyd verwandelt, welches sich von andern früher bekannten Superoxyden dadurch unterscheidet, daß es sich mit Wasser verbinden läßt, ohne zersetzt zu werden. Man mengt es mit Wasser, wobey es zu einem weißen Pulver zerfällt, welches mit verdünnter Salzsäure übergossen wird. Die Säure verbindet sich mit dem Baryt, und scheidet das Wasser mit dem überschüssigen Sauerstoff ab, welche beyde in ihrer Verbindung das Wasserstoff-Superoxyd bilden,

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXIV. S. 1 ff. Berzelius Jahresbericht. 1. Jahrg. S. 31 ff.

und in dieser Form vom Wasser gelöst werden. Die Säure hat also hierbey nichts anders zu thun, als den superoxydirenden Sauerstoff von dem Baryt auf das Wasser überzutragen. Den Baryt fällt man aus der Flüssigkeit durch Schwefelsäure, und behält dadurch die Salzsäure und das Wasserstoff-Superoxyd im Wasser zurück. Wird mehr Baryumsuperoxyd zugesetzt, so erhält man eine neue Menge von Wasserstoff-Superoxyd, und der aufgelöste Baryt wird wieder durch Schwefelsäure ausgeschieden, womit man fortfährt, bis man eine bedeutende Menge von Wasserstoff-Superoxyd im Wasser aufgelöst erhalten hat; man setzt dann, um den salzsauren Baryt zu entfernen, schwefelsaures Silberoxyd so lange zu, bis weder Salzsäure noch Baryt sich in der Flüssigkeit mehr finden. So bleibt nun eine Auflösung des Wasserstoff-Superoxyds in Wasser zurück, welche Lösung man im luftleeren Raum über Schwefelsäure verdunstet. Im wasserfreyen Zustande bildet es eine syrupsdicke farbenlose Flüssigkeit von 1,453 specifischem Gewichte, von einem eigenthümlichen ekelhaften Geschmack und Geruch, ähnlich dem, welcher erhalten wird, wenn eine Kalilauge mit oxydirtsalzsaurem Gas gesättiget wird.

Die vorzüglichsten und sehr merkwürdigen Eigenschaften des Wasserstoff-Superoxyds sind folgende:

Auf der Haut bringt es nach einer kurzen Zeit einen emailweichen Flecken hervor, der jedoch nach einigen Stunden verschwindet.

Es bleicht und zerstört vegetabilische Farben, und im allgemeinen ist seine Wirkung so heftig, daß sie nicht wohl wahrgenommen werden kann, wenn es nicht zuvor mit Wasser verdünnt ist.

Beym Erhitzen giebt es, ehe noch das Wasser ins Kochen kommt, seinen überflüssigen Sauerstoff her, welcher gasförmig entweicht, und das 850fache Volumen des Wassers, welches zurückbleibt, einnimmt.

Wenn es mit einem der edlen Metalle in Berührung kommt z. B. Platin, Gold, Silber, besonders wenn diese in Form eines Pulvers gebracht worden sind, so erhitzt er sich, und der überflüssige Sauerstoff scheidet sich gasförmig ab.

Ist es concentrirt, und läßt man einen Tropfen davon auf fein zertheiltes Gold oder Silber fallen, so zersetzt es sich mit einem Knall, und im Dunkeln sieht man Feuer.

Verdünnt man es mit Wasser, und bringt fein zertheiltes Gold oder Silber darein, so entwickelt sich sogleich Sauerstoffgas unter Aufbrausen, und das Gefäß wird oft so sehr erhitzt, daß man es nicht mehr in der Hand halten kann. Das Metall wird dabey nicht im geringsten weder oxydirt noch sonst verändert; man kann nicht die mindesten Zeichen einer chemischen Wirkung zwischen der Flüssigkeit und dem Metall entdecken, und das Einzige, was dabey sichtbar vorgeht, ist Erwärmung der Flüssigkeit, und Fortgang von Sauerstoffgas.

Wird der Versuch mit den Oxyden von Gold oder Silber angestellt, so findet dieselbe Erscheinung Statt, aber dann verliert auch das Oxyd seinen Sauerstoff, welcher zugleich mit dem des Wasserstoff-Superoxyds in Gasform entweicht, und Wasser mit reducirtem Metall bleibt zurück. Die Superoxyde des Mangans und des Bleyes, wirken wie die edlen Metalle, aber sie behalten ihren Sauerstoff bey, und scheiden blos den Sauerstoff aus dem Superoxyd ab.

Auch mehre thierische Substanzen besitzen die Eigenschaft, den Sauerstoff aus dem Wasserstoff-Superoxyd, sobald sie damit in Berührung kommen, zu entbinden, ohne selbst eine Veränderung zu erleiden; dagegen zeigen andere keine Einwirkung darauf. Faserstoff des Bluts, rein gewaschene Lungen-, Nieren- und Leberschnitte bewirkten die Ausscheidung des Sauerstoffs; dagegen entbanden dieselben nicht Harnstoff, Eyweißstoff und Gallerte.

Thenard glaubte anfänglich, daß die Erscheinungen, welche von dem Wasserstoff-Superoxyd hervorgebracht werden, von oxydirten Säuren herrühren; fand aber bald, daß diese Ansicht ungegründet war. Er zeigte, daß, wenn eine Auflösung des Wasserstoff-Superoxyds mit Baryt, Strontian oder Kalkwasser gemischt wird, Superoxyde dieser Alkalien entstehen, welche in glänzenden weißen Schuppen sich ausfällen. Auch die Metalle Kupfer und Zink, bilden durch die Vermittelung des Wasserstoff-Superoxyds eigene, zuvor unbekannte Superoxyde.

Herr Berzelius vermuthet, daß die höchst sonderbaren und mit den gewöhnlichen chemischen Phänomenen so sehr im Widerspruch stehenden Erscheinungen von der Contacts-Elektricität herrühren möchten, welche durch Berührung des Metalls mit dem Superoxyd entsteht, obgleich die Phänomene von Contacts-Elektricität, welche wir früher gelernet hätten, zur Erklärung von dem, was hier vorgeht, nicht hinreichten. Folgende Umstände berechtigten uns jedoch zu der Vermuthung: die Metalle, welche das Wasser-Superoxyd zersetzen, gehören zu allen denen, welche in der Volta'schen Säule vorzugsweise als elektro-negative gebrauchet werden, auf der andern Seite bringen die Metalle, welche dort als elektropositive gebrauchet werden, diese Wirkung nicht hervor. Ferner, wenn das Wasserstoff-Superoxyd mit einer Säure gemischt wird, auch mit ganz geringen Mengen derselben, so erhält es sich, ohne von dem Metallpulver zersetzt zu werden, unerachtet man erwarten sollte, daß die Gegenwart einer Säure das Begehren des Metalls nach Oxydation vermehren, und dadurch eine chemische Wirkung entstehen sollte. Aber die zugesetzte Säure gehört ebenfalls zu den elektro-negativen Körpern, und hebt dadurch den elektrischen Gegensatz auf, welcher zwischen der Flüssigkeit und dem Metall Statt findet. Wenn dagegen kaustisches Alkali, welches zu den stärksten elektropositiven Körpern gehört, zu der

Auflösung des Wasserstoffs-Superoxyds in Wasser gemischt wird, so zersetzt sich dieses weit geschwinder und gewaltsamer, als für sich selbst, ungeachtet das Alkali dabey keine neue Verbindung eingeht, und, wie es scheint, blos dadurch, daß der elektrische Gegensatz zwischen der Flüssigkeit und dem Metall verstärkt wird. Bloßes Glas, in welchem man die Auflösung des Superoxyds aufbewahret, ist hinreichend, seine Zersetzung zu bewirken, welches nicht geschieht, wenn es eine Spur von Säure enthält. Die Wärmeentwickelung bey der Zersetzung des Superoxyds scheint folglich Wirkung eines sehr intensiven elektrischen Phänomens zu seyn von gleicher Art mit denen, wo man, mittelst einer eigenen Vorrichtung die Contacts-Elektricität chemische Wirkungen bestimmen läßt, welche mit der gewöhnlichen Affinitäts-Ordnung im Widerspruch zu stehen scheinen, z. B. wenn man in eine völlig gesättigte Auflösung von Zinn in Salzsäure verdünnte Salzsäure gießt, so daß die Flüssigkeiten sich nicht mit einander vermischen, und dann ein Stück metallisches Zinn hineinbringt, so daß dieses in beyden Flüssigkeiten sich befindet, so wird dies Zinn nicht, wie gewöhnlich, von der freyen Säure aufgelöset, sondern die Contacts-Elektricität verkehrt das Phänomen auf eine solche Weise, daß von der zuvor gesättigten Lösung mehr Zinn aufgelöset wird, und daß zuvor aufgelößte durch die Säure hindurch zu dem Zinn geführt, dort reducirt wird, und in der Säure selbst, auf der Oberfläche des Zinns krystallisirt.

Von dem Wasserstoff-Superoxyde hat man auch schon eine Anwendung gefunden, welche darin besteht, daß mit einer verdünnten Auflösung desselben solche Stellen von Malereyen bestrichen werden, wo das Weiß von Bleyweiß dunkel geworden ist, welches gewöhnlich von einer Schwefelverbindung herrührt. Das Wasserstoff-Superoxyd verwandelt diese augenblicklich in schwefelsaures Blauoxyd, und stellt die weiße Farbe wieder her, ohne den Firniß anzugreifen.

In dem Artikel: chemische Harmonika (Bd. I. S. 576.) ist angeführt worden, daß das Wasserstoffgas unter gewissen Umständen verschiedene Töne von sich gebe. Der erste, welcher Versuche mit der chemischen Harmonika anstellte, war Higgins im Jahre 17[illegible] α). Nach der Zeit haben sich Mehrere, und besonders Brugnatelli und Pictet mit dieser Erscheinung abgegeben, und zugleich auf die Verschiedenheiten aufmerksam gemacht, welche durch Veränderung der Lage und andere Umstände in Hinsicht des ausströmenden Gases und der Röhre veranlaßt werden. De la Rive β) bemühte sich zu zeigen, daß diese sonderbare Erscheinung durch die abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung des Wasserdunstes hervorgebracht werde. Dagegen wurde aber Faraday γ), welcher nach der Zeit dies Phänomen noch weiter verfolgte, bald überzeugt, daß die Töne keinesweges von der Bildung des Wasserdampfes abhangen. Er erhitzte die Röhre bis zu 212° Fahr., und sie wurden dennoch gebildet, ja sie wurden auch durch einen Strom des gasförmigen Kohlenoxydes ebenfalls erzeugt.

Faraday fand, daß sich dieselben Töne entwickelten, wenn er auch gesprungene Glasröhren, oder Glasröhren mit Tüchern umwunden, anwendete; ja sie erzeugten sich, wenn er eine Rolle aus Papier bildete, und sie zur Erhaltung dieser Form mit der Hand festhielt. Hieraus schloß er, daß diese Töne nicht durch Schwingungen der Röhren, welche durch einen in dieselben eindringenden Luftstrom veranlaßt seyn könnten, hervorgebracht würden. Auch aus dem durch diese Röhren schnell hindurchziehenden Luftstrom ließ sich diese Erscheinung nicht ableiten, weil dergleichen Töne ebenfalls gebildet wur-

---

α) Nicholson's Journal. Vol. I. p. 130.

β) Journal de physique T. LV. p. 165.

γ) Journal of Science and the arts. N. X. p. 274-280.

den, wenn auch Röhren angewendet wurden, welche an dem einen Ende gänzlich verschlossen waren.

Ferner fand Faraday, daß nicht allein Wasserstoffgas, sondern auch andere entzündliche Gasarten ähnliche Töne unter ähnlichen Umständen hervorbrachten, und dies führte ihn darauf, daß die Töne, welche unter den angeführten Umständen gebildet werden, von der Flamme überhaupt abhangen. Hat man nämlich auf die Erscheinung genau acht, welche die Flamme begleiten, wenn sie in eine Röhre gebracht wird, so nimmt man wahr, daß, so wie sie in die Oeffnung derselben eintritt, ein Luftstrom durch die Röhre gebildet werde, wodurch die Flamme in einen weit kleinern Raum zusammengebracht wird. Sie verlängert sich um etwas weniges, aber ihr Durchmesser wird bedeutend vermindert. Bringt man sie etwas tiefer in dieselbe, und erwärmt die Röhre, so vergrößert sich die Wirkung, und die Flamme wird an der Mündung des ausströmenden Gas stärker, als an irgend einem andern Theile nach und nach etwas über ihrem Umfange zusammengedruckt. Man fängt an, einen sehr schwachen Ton wahrzunehmen; so wie dieser aber an Stärke zunimmt, bemerket man Schwingungen in der Flamme, welche an dem obern Theile der Flamme am deutlichsten wahrgenommen werden. Diese nehmen mit der Stärke des Tones in der ganzen Flamme zu, welcher endlich sehr stark wird; bringt man die Flamme tiefer in die Röhre hinein, so wird die Flamme in der Regel ausgeblasen.

Dies sind die allgemeinen Erscheinungen, die man beym Brennen des Wasserstoffgases wahrnimmt. Wird zu diesem Versuche ein Strom ölmachendes Gas, oder Kohlengas aus Steinkohlen angewendet, so bemerkt man außer den angeführten Erscheinungen, daß, wenn die glänzende Flamme des Gas in die Röhre tritt, der Glanz der Flamme vermindert wird, und daß sie mit Verbreitung einer geringern Lichtmenge brennt.

Faraday fand, daß sich bey andern brennbaren Gasarten, als beym Wasserstoffgas, die Wirkungen verstärkten, wenn er statt der Röhren andere Gefäße nahm. Dadurch gelangte er endlich zur Ueberzeugung, daß die sich bildenden Töne nichts anders seyn, als der Knall ununterbrochener Explosionen. Dies stimmt auch mit den Entdeckungen überein, welche Davy bey der Flamme wahrgenommen hat. M. s. den Artikel: Flamme (Th. IX. S. 87 ff.). Hiernach ist nämlich die Flamme nichts weiter, als ein anhaltendes Verbrennen von explodirenden Mengungen, welches ohne Geräusch erfolget. Bey der eigentlichen Explosion findet die Verbindung der explodirenden Mengungen auf einmal Statt, und es entsteht oft ein sehr starker, oft gefährlicher, Knall; eine tönende Flamme, wie bey der chemischen Harmonika, bietet Erscheinungen dar, welche von beyden etwas an sich tragen. Je rascher hiebey die Flamme von statten gehet, desto regelmäßiger und gleichförmiger erfolgen die dadurch hervorgebrachten Töne.

Faraday stellte mit folgenden Gasarten Versuche an: mit gasförmigen Kohlenoxyd, ölmachendem Gas, leichtem Kohlen-Wasserstoffgas, Schwefel-Wasserstoffgas und Arsenik-Wasserstoffgas. Sie wurden an der Mündung einer engen messingenen Röhre verbrannt, die an einer Glocke, welche mit dem Gas gefüllt und einen Druck in der pneumatischen Wanne ausgesetzt war, in Verbindung stand. Der Aether wurde auf diese Art zum Verbrennen vorbereitet, daß man etwas Aether in eine Blase schüttete, in diese atmosphärische Luft preßte, wodurch so viel Aether in Dunst verwandelt wurde, daß das Gemenge nicht explodirte, sich herauspressen ließ, und an der Mündung der Röhre mit einer Flamme brannte. Alle diese Substanzen gaben völlig gelungene Versuche. Mehre Schwierigkeiten fanden beym Alkohol Statt, indem er weniger flüchtig ist. Eine Wachskerze brachte aber gar keinen deutlichen Ton hervor. Wurde jedoch die Röhre sehr stark erhitzt, so daß da-

durch der Luftstrom vermehret wurde, so hörte man in dem Moment, als die Kerze durch den Luftstrom ausgeblasen wurde, etwas, was einem beginnenden Tone ähnelte.

Das Wasserstoffgas ist diejenige Substanz, welche vorzüglich geeignet ist, diese Töne hervorzubringen. Sein Vorzug hängt von der niedrigen Temperatur ab, bey welcher es sich entzündet, dem hohen Grad von Hitze, den es beym Verbrennen hervorbringt, und der geringen Menge Sauerstoff, welche ein gegebnes Volumen desselben erfordert. Der Luftstrom ist viel schneller und kräftiger, indeß bildet sich viel geschwinder eine explodirende Mischung. Bey solchen Gasarten, welche beym Verbrennen nur eine geringe Hitze, mithin nur einen schwachen Luftstrom erzeugen, wird die Wirkung vermehrt, wenn man die Röhre über einem Feuer erwärmt. Geschieht dies aber nicht, so bemerket man, daß die Töne stärker werden, wenn die Röhre von der in ihr brennenden Flamme erhitzt wird.

In den neuern Fortschritten der Chemie macht auch der Wasserstoff mit einigen andern Körpern verbunden eine eigene Säure aus, ohne daß man berechtiget wäre, dabey Sauerstoff anzunehmen. Gay-Lussac *) zeigte, daß man nach dem jetzigen Zustande der Chemie die Säuren in zwey Gattungen abtheilen müsse, nämlich in eigentliche Säuren, in welchen sich der Sauerstoff für das Säuremachende Princip annehmen läßt, und in Wasserstoff-Säuren, in welchen wahrscheinlich die Substanz, die mit dem Wasserstoff in Verbindung tritt, das Säuremachende Princip ausmacht; dahin gehören die Chlor-Wasserstoffsäure, Jod-Wasserstoffsäure und Schwefel-Wasserstoffsäure. An diese Säuren schließen sich unmittelbar diejenigen an, in welchen der Wasserstoff mit einem aus zwey Elementen bestehenden Radikal

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVII. S. 341 ff.

verbunden ist, und welche gleich im Anfange dieses Artikels angeführet sind.

Weingeist (Zus. z. S. 563. Th. V.). Herr **Brande** *) hat eine Tabelle über den Alkoholgehalt von einer sehr großen Anzahl von Weinen geliefert, worin die angegebenen Zahlen ausdrucken, wie viel Alkohol vom 0,825 specifischem Gewichte in 100 Theilen Wein enthalten ist.

	Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
1. Lissawein	26,47
desgleichen	24,35
mittlere Zahl	25,41
2. Rosinenwein	26,40
desgleichen	25,77
desgleichen	23,20
mittlere Zahl	25,12
3. Marsalawein	26,3
desgleichen	25,5
mittlere Zahl	25,9
4. Madeirawein	24,42
desgleichen	23,93
desgleichen (Sercial)	21,40
desgleichen	19,24
mittlere Zahl	22,27
5. Johannisbeerwein	20,55
6. Xereswein	19,81
desgleichen	19,83
desgleichen	18,79
desgleichen	18,25
mittlere Zahl	19,17
7. Teneriffawein	19,79
8. Colares	19,75
9. Lacrymae Christi	19,70
10. Constantia, weißer	19,75
11. desgleichen, rother	18,92
12. Lissabonwein	18,94
13. Malagawein (1666)	18,94
14. Bucellas	18,49
15. Madeira, rother	22,30
desgleichen	18,40
mittlere Zahl	20,35

*) Journal of sciences and the arts N. VIII. p. 290.

		Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
16.	Cap-Muskat	18,25
17.	Cap-Madeira	22,94
	desgleichen	20,50
	desgleichen	18,11
	mittlere Zahl	20,51
18.	Traubenwein	18,11
19.	Calcarella	19,20
	desgleichen	18,10
	mittlere Zahl	18,65
20.	Vidonia	19,25
21.	Alba Flora	17,26
22.	Malaga	17,26
23.	Hermitage, weißer	17,43
24.	Roussilon	19,00
	desgleichen	17,26
	mittlere Zahl	18,18
25.	Claret	17,11
	desgleichen	16,32
	desgleichen	14,03
	desgleichen	12,91
	mittlere Zahl	15,10
26.	Madeira, Malvasier	16,40
27.	Lunel	15,52
28.	Schiras	15,52
29.	Syracuser	15,28
30.	Sauterne	14,22
31.	Burgunder	16,60
	desgleichen	15,22
	desgleichen	14,53
	desgleichen	11,95
	mittlere Zahl	14,57
32.	Rheinwein	14,37
	desgleichen	13,00
	desgleichen (alter in Fässern)	8,88
	mittlere Zahl	12,08
33.	Nizzawein	14,63
34.	Bassac	13,86
35.	Vino tinto	13,30
36.	Champagner (nicht moussirender)	13,80
	desgleichen (moussirender)	12,80
	desgleichen (rother)	12,56
	desgleichen (desgleich.)	11,30
	mittlere Zahl	12,61

	Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
37. Hermitage, rother . . .	12,32
38. Vin de Grave . . .	13,94
desgleichen . . .	12,80
mittlere Zahl	13,37
39. Frontignac . . .	12,79
40. Cote Rötie . . .	12,32
41. Stachelbeerwein . . .	11,84
42. Orangewein — mittlere Zahl von 6 Sorten eines Londner Fabrikanten	11,26
43. Tokayer . . .	9,88
44. Hollunderbeerwein . . .	9,87
45. Cyder, höchste Mittelzahl .	9,87
desgleichen, niedrigste Mittelzahl	5,21
46. Buchwein, Mittelzahl von 4 Sorten	7,26
47. Meth	7,32
48. Ala (Burton)	8,88
desgleichen (Edinbourg) .	6,20
desgleichen (Dorchester) .	5,56
mittlere Zahl	6,87
49. Brown stout . . .	6,80
50. London Porter (mittlere Zahl)	4,20
51. Desgleichen Halbbier (desgleichen)	1,28
52. Branntwein . . .	53,39
53. Rum	53,68
54. Genever	51,60
55. Schottischer Whisky . .	54,32
56. Irrländischer desgleichen .	53,90

Brande hat ferner gezeigt, daß der Alkohol, welcher aus dem Weine gewonnen wird, keinesweges ein Produkt der Destillation sey. Zur Abscheidung desselben bediente er sich eines Verfahrens, wobey die Anwendung von Wärme gänzlich vermieden wird. Er tröpfelte nämlich basisches essigsaures Bley in Portwein, welches einen häufigen Niederschlag veranlaßte, welcher aus allem färbenden Stoffe des Weines und der in demselben befindlichen Weinsteinsäure, die sich mit dem Bleyoxyd verbunden hatte, bestand. Ward nun die Flüssigkeit filtrirt, so war sie farbenlos, und wenn man sie mit einer hinreichenden Menge trockenem basischen salzsauren Kali vermischte, so wurde der Alkohol leicht abge-

schieden, und schwamm auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Durch dieses Verfahren wurde fast dieselbe Menge von Alkohol erhalten, als bey der gewöhnlichen Destillation.

Versuche, die Abscheidung des Alkohols, aus dem Weine durch Frieren zu bewirken, gaben kein erwünschtes Resultat. In einer hinreichend niedrigen Temperatur verwandelte sich der Wein in eine schwammige Eismasse. Brande lößte nachher den Rückstand, welchen er beym Verdunsten von vier Unzen Portwein erhalten hatte, in einem Gemenge aus einer Unze Alkohol und drey Unzen Wasser auf, und versuchte den Alkohol aus dieser künstlichen Mischung durch Frieren zu trennen; allein es entstand wiederum ein Klumpen schwammigen Eises.

Auch hat Gay-Lussac durch seine Versuche das Vorhandenseyn des Weingeistes im Weine, als durch Gährung gebildet, dargethan. Er beweiset, daß die Anwendung von kohlensaurem Kali, welches von Brande vergebens versucht wurde, um den Alkohol aus dem Weine abzuscheiden, allerdings das Daseyn des Alkohols darthun könne, sobald nur vorher die mit ihm im Weine verbundenen oder gemengten fremdartigen Substanzen, welche sich seiner Abscheidung widersetzen, getrennt werden. Das zweckmäßigste Mittel fand er in dem Schütteln des Weines mit sehr fein gemahlner Bleyglätte. Diese zieht aus demselben die färbenden und auszugsartigen Stoffe an, und er wird in kurzer Zeit so klar wie Wasser, woraus durch kohlensaures Kali die Gegenwart des Alkohols sich leicht darthun läßt.

Eine fernere Bestätigung von dem Daseyn des Alkohols im Weine giebt das Destilliren desselben im luftleeren Raume in einer Temperatur von 59° Fahrenh. Man bekommt eine Flüssigkeit, welche ausgemacht geistig ist, obgleich jene Temperatur weit unter der, während der Gährung des Traubensaftes, erzeugten steht.

Boullion [α]) hat die Bemerkung gemacht, daß junge Weine bey der Destillation eine größere Menge Alkohol geben, als alte.

Uebrigens hat es aber nicht seine völlige Richtigkeit, wenn behauptet wird, daß der eigentliche Vorzug des Weines in der größern Menge des darin enthaltenen Weingeistes bestehe. Die vorzüglichsten Burgunderweine geben kaum eine größere Menge Weingeist, als diejenigen, welche in der Nähe von Paris wachsen, und geben ungleich weniger, als die aus dem südlichen Frankreich; und gleichwol findet ein großer Unterschied unter der Güte des einen und andern Statt. Dieser Unterschied ist nicht in dem Gehalt an Schleim und Gerbestoff zu suchen, sondern er muß von einem Stoffe, welcher sich bis jetzt den Untersuchungen entzogen hat, herrühren, der zugleich das, was man die Blume des Weines nennt, verursacht. Letzteres haben mehre Chemiker einem Oele zuschreiben wollen, es ist aber bis jetzt noch nicht möglich gewesen, es isolirt darzustellen [β]).

M. s. Klaproth's Supplemente Th. IV. S. 384 ff.

Weinsteinsäure (Zus. z. S. 568. Th. V.). Lowitz [γ]) giebt folgende Vorschrift zur Bereitung der Weinsteinsäure: Man mische 15 Theile rohen Weinstein, vier Theile Kreide und 100 Theile Wasser zusammen. Nach Nachlassung des Aufbrausens erhitze man die Mischung bis zum Sieden, und setze salzsaure Kalkerde in kleinen Antheilen so lange zu, als noch ein Niederschlag fällt. Hierauf gieße man den flüssigen Antheil ab, wasche die weinsteinsaure Kalkerde aus und behandele sie mit 8 Theilen Schwefelsäure, welche mit einem gleichen Gewichte Wasser ist verdünnt worden. Nachdem diese Mischung zwey Tage in Digestion gestanden

---

α) Journal de physique To. XXIX. p. 6.
β) *Thenard* traité de chimie deux. edit. To. III. p. 420.
γ) Nova acta Petrop. To. XIV. p. 343.

hat, filtriret und verdunstet man sie, bis die Weinsteinsäure krystallisirt.

In dem gewöhnlichen krystallisirten Zustande ist diese Säure ein Hydrat, das vermöge der Versuche von Berzelius zusammengesetzt ist aus

wirklicher Säure	100
Wasser	12,7

Nach theoretischen Gründen giebt Thomson die Zusammensetzung desselben an

wirkliche Säure	100
Wasser	13,43

Thenard und Gay-Lussac [α]) fanden die Bestandtheile dieser Säure

Wasserstoff	6,629
Kohlenstoff	24,050
Sauerstoff	69,321
	100,000

Nach Berzelius [β]) sind ihre Bestandtheile diese:

Wasserstoff	3,951
Kohlenstoff	36,167
Sauerstoff	59,882
	100,000

Den Grund der Abweichung von den Angaben der Herren Thenard und Gay-Lussac von den des Herrn Berzelius findet letzterer darin, daß die Weinsteinsäure, welche von den beyden, Thenard und Gay-Lussac, untersuchet wurde, 34,54 Wasser enthielt, und daß, wenn dies abgezogen wird, seine Analyse mit jener ziemlich zusammenstimmt.

Wellen (Zus. z. S. 576. Th. V.). Da bisher die Theorie der wellenförmigen Bewegungen von mehren Mathematikern und Physikern mit Beseitigung mancher Schwierigkeiten entwickelt war, es aber an hinreichenden Experimentaluntersuchungen dieses schwierigen Gegenstandes fehlte, so unternahmen es die beyden Brüder, Ernst

α) Recherches physico-chimiques Vol. II. p. 304.
β) Gilbert's Annalen der Physik B. XL. S. 247 ff.

Heinrich Weber zu Leipzig, und Willh. Weber zu Halle, eine auf Versuche gegründete Wellenlehre zu entwerfen *). Sie gehen hiebey vorzüglich von der schwingenden Bewegung aus. Unter Schwingung verstehen sie jede Bewegung der Theile, vermöge welcher sie sich der Lage des Gleichgewichts (oder der im ruhigen Zustande) abwechselnd nähern und davon entfernen. Sie wird unterschieden in fortschreitende und stehende Schwingung, welcher Hauptunterschied von den bisherigen Physikern zu sehr ist vernachlässiget worden. Die fortschreitende schwingende Bewegung, oder eigentliche Wellenbewegung kommt in der Natur am häufigsten vor, und ist nur eine Form, die während ihres Fortrückens immer von andern Theilen des Körpers gebildet wird; sie läßt sich an einem ausgespannten Seile sehr gut beobachten. Die Bewegung der Welle ist von der Bewegung der Theilchen sehr verschieden. Auf diese Wellenbewegung hat man zu wenig Rücksicht genommen, außer bey der Verbreitung des Schalles durch die Luft und bey den Wasserwellen. Die stehende Schwingung kommt weniger häufig vor. Man hat sie fast nur an tönenden Körpern genauer beobachtet, sie ist aber, wie die Herren Weber gefunden haben, auch an tropfbar Flüssigen möglich. Die Unterschiede beyder Arten von Schwingungen sind diese: 1. bey der stehenden schwingen alle Punkte gleichzeitig, bey der fortschreitenden successiv, und die zuerst in Bewegung gesetzten sind die Ursache der successiven Schwingung anderer; 2. bey der stehenden Schwingung wirken alle Punkte wechselseitig gleichförmig auf einander, dagegen ist bey der fortschreitenden Schwingung oder Welle die Spannung zwischen den Theilchen ungleich groß, sie schreitet also nach der Seite fort, wo die Spannung geringer ist; 3. bey der

*) Wellenlehre auf Experimente gegründet, oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeit, mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen. Leipz. 1825 8.

stehenden Schwingung wird jedem Theile von entgegengesetzten Seiten eine gleich große Bewegung mitgetheilt, bey der Wellenbewegung aber nur von der Seite, von welcher sie herkommt. Die stehenden Wellen können entweder dadurch erregt werden, daß alle Theile des Körpers gleichzeitig in Bewegung versetzet werden (welcher Fall gewöhnlich bey Berechnungen und Erklärungen ist vorausgesetzet worden, aber in der Wirklichkeit selten vorkommt) oder dadurch, daß mehre gleich breite Wellen, deren Breite einem aliquoten Theile der Linie oder Fläche gleichkommt, einander mit gleicher Kraft in entgegengesetzter Richtung begegnen, und dadurch ihre fortschreitende Schwingung in eine stehende verwandeln. Dieser letzte Fall kommt am gewöhnlichsten vor, ist aber von den Mathematikern und Physikern zu wenig berücksichtiget worden.

Zuerst werden die fortschreitenden Schwingungen oder die Wellenbewegungen tropfbarer Flüssigkeiten untersuchet. Die erregenden Kräfte wirken entweder nur augenblicklich, oder sie fahren in ihrer Wirkung fort, als im ersten Falle durch Druck, Stoß u. s. im zweyten durch Winde u. s. w. Ein Stoß erregt mehre Wellen, und jede Welle eine hinter sich, die fast eben so breit ist. Vor der ersten großen Welle bilden sich einige concentrische, welche Poisson Zähne der Wellen nennt.

Die Herren Weber nennen den über dem Niveau der Flüssigkeit erhabenen Theil der Welle den Wellenberg, und den unter demselben befindlichen das Wellenthal. Als Grenze einer Welle betrachten sie das Niveau der Flüssigkeit, und jede Welle besteht aus einem Wellenberge und einem Wellenthale, von welchen entweder das eine oder das andere vorausgehen kann. Die Gestalt eines Wellenbergs und Wellenthals ist nach Höhe und Tiefe, Breite und Länge zu bestimmen. Die Wellen sind nicht blos Erscheinungen auf der Oberfläche, sondern sie erstrecken sich in eine beträchtliche Tiefe. Die Ursache, warum man bisher auf die Wellenbewegung

im Innern einer Flüssigkeit weniger geachtet hat, lag in der Schwierigkeit, diese Bewegungen anschaulich zu machen. Die Herren Weber haben diese Schwierigkeit vollkommen beseitiget durch ein von ihnen angewandtes Instrument, das sie Wellenrinne nennen. Es besteht dies aus einem langen und schmalen parallelepipedischen Gefäße, welches mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt wird, und dessen mit hinreichend starken Strebungen versehenen Seitenwände von Glas sind, um den senkrechten Durchschnitt der Welle hiedurch zu sehen, so wie auch sowol mit bloßen Augen, als mit Vergrößerungsgläsern die Bewegung der im Innern des Wassers schwebenden Theilchen. Die kleinere Wellenrinne war im Lichten 5 Fuß 4 Zoll Paris. M. lang, 6,7 Linien breit, und über 8 Zoll tief; die größere 8 Fuß lang, 1 Zoll 4½ Linie breit und 2½ Fuß tief. Die Gestalt der Wellenberge hat sich auch selbst abgebildet auf einer eingesetzten mit Mehl bestäubten Schiefertafel, von welcher der Staub durch die Flüssigkeit weggewischt ward. Die Höhe der Wellen ist immer im Verhältniß ihrer Breite sehr gering. Die Tiefe der Wellenthäler ließ sich mittelst eines leicht beweglichen Zirkels messen. Um die Breite der Welle zu finden, durfte nur die genau bestimmte Geschwindigkeit mit der in Sekunden ausgedruckten Zeit, in welcher eine Welle um so viel, als ihre Breite beträgt, fortrückt, multipliciret werden.

Ueber die Bewegung der einzelnen Theilchen einer Flüssigkeit bey der Entstehung und Fortbewegung der Wellen sind manche neuere Ansichten aufgestellt worden, die viele Erscheinungen naturgemäß zu erklären scheinen. Die Welle ist eigentlich kein Körper, sondern nur die Form der Gesammtheit von Flüssigkeitstheilchen, in welcher sich nach und nach andere Theile vereinen, vorn eintretend und hinten austretend; sie ist daher nur ein Fortrücken dieser Form. Die Schwingungsbahnen der Flüssigkeitstheilchen laufen in sich selbst, oder sind dem Anscheine nach Ellipsen in der Vertikalebene, wenn

Wellenberg und Wellenthal ungefähr von gleicher Größe sind, außerdem aber laufen sie nicht in sich zurück. Die dem Anschein nach elliptischen Bahnen der Theilchen nähern sich nahe an der Oberfläche mehr dem Kreise; mit Zunahme der Tiefe werden sie gestreckter, so daß sie endlich mit einer horizontalen Linie zusammenfallen. Mit der Tiefe nehmen beyde Durchmesser an Größe ab, doch mehr der senkrechte Durchmesser, wahrscheinlich als Wirkung des Bodens. Die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen ist in einer 350 mal größern Tiefe, als die Höhe der Welle, noch sichtbar. Die horizontal hinter einander liegenden Theilchen kommen nach und nach in Bewegung; in der Tiefe ist aber kein allmähliges Fortschreiten zu bemerken. Die Bahnen kreuzen sich zwar, aber nie treffen sich die Theilchen und stören einander nicht. Während ein Theilchen seine Bahn durchläuft, schreitet die Welle um so viel fort, als ihre Breite beträgt. Der senkrechte Durchmesser der Bahnen kommt mit der Höhe der Wellen überein, der horizontale hat kein bestimmtes Verhältniß zur Breite der Wellen. Die nahe an der Oberfläche liegenden Theilchen durchlaufen ihre Bahn nicht ganz so geschwind, als die senkrecht unter ihnen befindlichen, von der Oberfläche entferntern Theilchen. Wenn ein Theilchen in umdrehende Bewegung versetzt ist, so wiederholt es seine Umdrehung, welche aber immer kleiner wird, und in kürzerer Zeit geschieht. Bey der Entstehung der Wellen läßt sich die anfängliche Bewegung nicht wahrnehmen, sondern nur ohngefähr schätzen. Doch lehren die Versuche 1. daß eine gleichzeitige Verschiebung der Theilchen bis zu großen Tiefen geschieht, 2. daß jedes Flüssigkeitstheilchen nach seiner verschiedenen Lage in einer andern Richtung sich zu bewegen anfängt, 3. daß im Innern keine Zwischenräume oder Lücken in diesen Bewegungen entstehen können.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit, womit die Wellen sich bewegen, eigneten sich die Meereswellen

nicht. Weil Wellen, welche an Länge zunehmen, immer langsamer werden, so mußten sie in einem Gefäße mit parallelen Seitenwänden, wie die Wellrinne war, gemessen werden. Es ergab sich hieraus, daß sich die Geschwindigkeit mit der Tiefe der Flüssigkeit, aber in einem geringern Verhältnisse, vermindert. Das specifische Gewicht der Flüssigkeit scheint keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit zu haben, wohl aber die Nähe des Bodens. Sie hängt nicht, wie man behauptet hat, von der Breite der Welle ab, sondern von ihrer Größe, d. i. Höhe und Breite zugleich. Auch die Masse und Geschwindigkeit des stoßenden Körpers hat Einfluß darauf. Bey dem Fortschreiten zwischen parallelen Wänden vermindert sich die Höhe, aber die Breite vergrößert sich, die Geschwindigkeit bleibt also fast unverändert. Mit Zunahme der Länge vermindert sich, mit deren Abnahme vergrößert sich Geschwindigkeit und Höhe. Die langsamsten Wellen waren die von Quecksilber auf einer schiefen Ebene.

Um die Veränderungen in der Gestalt der Wellen bey ungehinderter und gehinderter Bewegung zu erkennen, wurden sehr viele Versuche angestellt. In verschiedenen Hinsichten unterscheiden sich die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten von den Schall- und Licht-Wellen, weil letztere als hohle Kugelformen zu betrachten sind. Bey diesen ist die Dicke das, was bey den Wasserwellen Höhe und Breite sind. Auch hangen die Licht- und Schall-Wellen von dem elastischen Medium ab, durch welches sie gehen, die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten aber wenig von dessen Dichtigkeit. Daher ist die Geschwindigkeit der Wellen in elastischen Flüssigkeiten, so lange sie in demselben Medium bleiben, immer dieselbe, in tropfbaren aber nicht. Diese Verschiedenheit rührt daher, weil die Schall- und Licht-Wellen nach drey Dimensionen, die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten aber nur nach zwey Dimensionen fortschreiten, und weil letztere Flüssigkeiten wenig compressibel sind. In Ansehung der Ver-

änderung der Länge der Wellenlinie beym Fortschreiten bildet jede auf einer freyen Oberfläche fortgehende Welle jederzeit eine in sich selbst zurückgehende, nie eine offene Figur. Der Raum kann vergrößert und verkleinert werden. Bey kreisförmigen ungehinderten Wellen gehen alle Punkte in der Richtung des Radius gleichzeitig und gleich weit fort, bey abweichenden Gestalten nähern sie sich immer mehr der kreisförmigen. Die Durchkreuzung der Wellen kann so geschehen, daß entweder Abschnitte derselben Welle, oder zweyer Wellen sich durchkreuzen. Das erstere wird durch Erschütterung des mit der Flüssigkeit angefüllten runden Gefäßes hervorgebracht, das zweyte geschah durch Erregung der Wellen an den zwey entgegengesetzten Enden der Wellenrinne. Hiebey wurde besonders genau untersuchet, 1. wie die Gestalt der Wellen sich verändert, wenn sie in einander fallen, 2. wie dabey die Bahnen der einzelnen Flüssigkeitstheilchen sich verändern, 3. ob sich die Geschwindigkeit ändere. Zwey Wellenberge vereinigen sich zu einem fast noch einmal so hohen; zwey Wellenthäler fast noch einmal so tiefen. Die Höhe eines einzelnen Wellenberges verhielt sich zu der des vereinigten ohngefähr wie 26:47, hierauf trennen sie sich augenblicklich wieder, und es ist, als ob sie durch einander durchgingen. Die Bahn der einzelnen Flüssigkeitstheilchen ging während der Durchkreuzung fast senkrecht auf und niederwärts. Es fand allemal ein kleiner Zeitverlust in Folge der Durchkreuzung Statt. Von der Stelle der Interferenz, wenn Wellenberg und Wellenthal durch einander durchgehen, bewegen sich die Flüssigkeitstheilchen aufwärts, dann etwas weniges abwärts, bewegen sich hienächst in dieser Höhe horizontal etwas hin und her, und sinken hernach so tief, wie andere Flüssigkeitspunkte. Beym Abprellen der Wellen werden die Bahnen senkrecht, und es ist die Zurückwerfung von einer festen Ebene der von einer andern Welle ganz ähnlich. Bey der Zurückwerfung der Wellen, welche unter irgend einem Winkel auf eine Ebene

fallen, zeigten sich in einem elliptischen mit Quecksilber gefüllten Gefäße, wie auch in einem kreisförmigen, wenn die Wellen in der Hälfte eines Radius erregt werden, sehr merkwürdige Figuren.

Ueber die **stehende Schwingung** tropfbarer Flüssigkeiten sind ganz neue Untersuchungen angestellt worden. Es können stehende Schwingungen an tropfbaren Flüssigkeiten eben so gut Statt finden, als an festen Körpern, wenn sie tönen, wobey die Wellen nicht in horizontaler Richtung fortrücken, sondern an ihrem Orte bleiben, und nur eine senkrechte Bewegung haben, wodurch Wellenberge in Wellenthäler, und so umgekehrt, abwechselnd verwandelt werden. Wenn nämlich ein regelmäßiger rings umschlossener Raum ganz erfüllt ist, so daß eine regelmäßig abwechselnde Vereinigung und Trennung benachbarter, nach entgegengesetzter Richtung fortschreitender Wellen Statt findet, verwandeln sich fortschreitende Wellen durch eine sich wiederholende regelmäßige Durchkreuzung in stehende. Hiebey bewegen sich die Flüssigkeitstheilchen nicht in Curren, die in sich selbst zurücklaufen, sondern gehen durch dieselben Punkte der Bahn wieder zurück, durch welche sie vorwärts gegangen waren. In der Mitte der Wellenberge und Thäler senkrecht auf- und abwärts, an den andern Stellen in mehr oder weniger gekrümmten Bahnen (gerade so, wie es auch bey Schwingungen fester Körper ist). Manche von diesen beschriebenen und abgebildeten Figuren stehender Wellen tropfbarer Flüssigkeiten kommen ganz mit Klangfiguren der Scheiben überein, und sind auch auf dieselbe Art zu erklären. Stehende Schwingungen können auf dem Meere und auch sonst bisweilen in einem mehr oder weniger vollkommenen Grade entstehen.

Die durch Erfahrung aufgefundenen Wellenerscheinungen dienten den beyden Herren **Weber** nicht nur zur Gründung einer richtigen Theorie der Wellenlehre, sondern auch selbst zur Vergleichung mit den Resultaten

der bisher aufgestellten Wellentheorien, wohin vorzüglich die Theorien der Herren Newton, Gravesande, d'Alembert, La Grange, La Place, Flaugergues, Gerstner, La Coudrage, Bremontier, Poisson, Cauchy und Bidone gehören. Der Stoß ist zwar die Ursache der Entstehung, nicht aber des Fortschreitens der Wellen, und verbreitet sich mit großer Geschwindigkeit durch das Wasser. Die Kraft, welche das Fortschreiten der Wellen bewirkt, ist die Schwerkraft. Wenn die Wassertheilchen gehindert werden, auszuweichen, bringt der Stoß in großer Entfernung Bewegung hervor, außerdem aber nur in der Nähe. Poisson's entwickelte Theorie wird für die wichtigste gehalten; dieser that es für den Fall, wo die Erregung durch das Emporheben eines eingetauchten Körpers veranlaßt worden ist.

Was die Untersuchungen über die Schall- und Licht-Wellen betrifft, welche den zweyten Haupttheil ausmachen, so müssen diese selbst nachgelesen werden.

M. s. Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre B. VII. S. 45 ff.

Weltsystem (Zus. z. S. 616., Th. V.). Für die vier neuern Planeten sind die astronomischen Angaben folgende:

Abstände von der Sonne
die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 1 gesetzt

	größte	mittlere	kleinste	Excentricität
Vesta	2,5565	2,3551	2,1538	0,2014
Juno	3,3512	2,6992	1,9872	0,6820
Ceres	2,9842	2,7674	2,5506	0,2168
Pallas	3,4474	2,7690	2,0905	0,6784

	Neigung der Bahnen
Vesta	7° 8′ 11″
Juno	13° 4′ 26″
Ceres	34° 37′ 41″
Pallas	10° 37′ 34″

	Umlaufszeiten														
	syderische					tropische					synodische				
	J.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	M.	S.
Vesta	3	224	13	41	17	3	224	9	15	47	1	139	19	—	—
Juno	4	131	16	57	51	4	131	10	30	21	1	108	17	—	—
Ceres	4	220	13	3	39	4	220	6	52	6	1	101	9	—	—
Pallas	4	221	22	47	44	4	221	15	35	51	1	101	6	—	—

(Zus. z. S. 618.). Die daselbst angeführte Progression in den Planetenentfernungen von der Sonne wurde im Jahre 1801 dem Herrn **Bode**, im Jahre 1802 aber dem Herrn **Titius** in Wittenberg zugeschrieben. Allein letzterer sagt in den Noten zu **Bonnet's** Nachrichten über die Natur. Viert. Aufl. 1783. S. 14, daß dies bewundernswürdige Verhältniß und dergleichen Betrachtung, welche nach **Bonnet** zuerst von Herrn **Lambert** bemerkt zu seyn scheine, bereits der Freyherr v. **Wolff** vor mehr als 40 Jahren in seiner deutschen Physik vorgetragen habe. Die Stelle, von welcher Titius wahrscheinlich spricht, steht in **Wolff's** vernünftigen Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge *). Sie lautet also: die Planeten, welche sich um die Sonne bewegen, stehen sehr weit von einander. Wenn man die Weite der Erde von der Sonne in 10 gleiche Theile eintheilet, so bekommt die Weite des Merkurs von ihr 4, der Venus 8, des Mars 15, des Jupiters 52, des Saturnus 95 — —.

Solchergestalt stehen Merkur und Venus 3, Venus und Erde gleichfalls 3, Erde und Mars 5, Mars und Jupiter 37, Jupiter und Saturnus 43 Theile von einander.

Wolff sagt aber nicht, ob er dieses entdeckt oder entlehnet habe. Seine Zahlen weichen übrigens bey Mars und Saturn von der bekannten Reihe etwas ab, welche nicht 15 und 95, sondern 16 und 100 setzt. Es scheint daher nicht, daß **Wolff** eigentlich an die hier p. 617.

*) Vierte Auflage Halle 1741. Cap. VIII. Vom Bau der Welt. p. 85. S. 139 ff.

angeführte Reihe gedacht habe. Auch findet er in der Entfernung zwischen Jupiter und Saturn nichts Besonders, dagegen vielmehr in der zwischen Mars und Erde, wo er S. 140. spricht: Es scheint die Weite zwischen Mars und Erde diesem entgegen zu seyn; denn der Raum zwischen beyden ist größer, als zwischen Erde und Venus, welcher einerley ist mit dem Raume zwischen Venus und Merkur, und gleichwol ist Mars viel kleiner als Venus.

Seit der Entdeckung der neuesten Planeten ist von der Progression der Planeten-Abstände mehre Mal die Rede gewesen. Herr Gaus bemerkte, daß diese Progression beym Merkur gar nicht zutreffe; so wie dies auch schon vor ihm Herr Wurm behauptet habe. Letzterer zeigt sogar, daß es etwas leichtes ist, eine Menge Progressionsgesetze auszusinnen, wenn man sich mit einer ungefähren Uebereinstimmung begnügen wolle. Dabey bemerkt er aber auch ganz richtig, daß schon dieser Umstand, daß von mehren angeblichen Progressionen die eine so gut wie die andere mit der Erfahrung sich reimen lasse, das Willkürliche in der Voraussetzung anzeige, und schon daher schwerlich Gesetze und wahre Progressionen Statt finden. Um gerade heraus zu sagen, was an der Sache sey, laufe am Ende alles darauf hinaus: Vom Merkur bis zum Mars sey nach den Beobachtungen jeder folgende Abstand merklich kleiner, als das Doppelte des vorhergehenden Abstandes; vom Jupiter bis zum Uranus nähere sich jeder folgende Abstand etwas mehr dem Doppelten des vorhergehenden. Dies sey unläugbare Thatsache, und diese ganz einfache Wahrnehmung habe es rechtfertigen können, wenn man zwischen Mars und Jupiter, welche allein eine Ausnahme machen, und um mehr als das Dreyfache des vorhergehenden Abstandes von einander verschieden sind, noch einen latirenden Planeten nicht mit Zuversicht voraus verkündigen, sondern nur mit Bescheidenheit habe vermuthen wollen. Diese Vermuthung habe aber eine

neue Erscheinung gelehret, indem zwischen Mars und Jupiter statt des einen gehofften Planeten zwey (nunmehr vier) wären entdeckt worden. Wenn man aber wirkliche Progressionen in den Planeten-Abständen annehmen wollte, so wären diese nichts mehr, als Künsteleyen, wovon die Natur gar keine Notiz genommen hätte. Sobald man also hierauf ein weiteres System von Schlüssen aufführen, oder mit ihnen der Erfahrung vorlaufen wolle, so fange man an, über astronomische Gegenstände nicht zu philosophiren, sondern zu träumen.

M. s. monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde herausgeg. von F. v. Zach Januar 1803. S. 74 ff.

Wetterleuchten (Zus. z. S. 625. Th. V.). Es scheint noch nicht bestimmt ausgemacht zu seyn, ob diese Erscheinung ein wirklicher Blitz von entfernten Gewittern, oder ob es eine elektrische Erscheinung sey, die auch beym heitern Himmel erfolgen kann. Herr Lampadius hatte das Wetterleuchten für nichts anders erklärt, als das Blitzen entfernter Gewitter, welche so tief unter dem Horizonte des Beobachters stehen, daß er weder ihr Gewölk, noch den elektrischen Funken selbst, sondern nur den Schein desselben sehen kann. Dagegen glaubt Herr Brandes *), daß wir zwar sehr oft die Blitze eines sehr entfernten Gewitters am Horizonte sehen möchten; allein das eigentlich so genannte Wetterleuchten, wo man sage, die Luft kühle sich, werde oft bey ganz heiterm Himmel gesehen, wo die Luft so heiter sey, daß wol an 20 Meilen weit an kein Gewitter gedacht werden könne. Was ihm besonders in der Meinung, das Wetterleuchten entstehe bey heiterm Himmel, bestärke, sey eine Lichterscheinung hoch über dem Horizont, welche er für ein solches Wetterleuchten in seiner Nähe zu halten geneigt war. Er erblickte nämlich im August 1817 bey seinen angestellten Beob-

*) Beyträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 354 f.

achtungen von Sternschnuppen an einem sehr heitern Abend, hoch am Himmel ein plötzliches, nur einen Augenblick dauerndes Licht, welches fast an derselben Stelle verlosch, wo es entstanden war. Dieser schnelle Blitz aus heiterm Himmel konnte in größerer Entfernung gar wol als Wetterleuchten erscheinen. Auch habe er wol sonst ähnliche Lichterscheinungen gesehen, und da sie sich von andern Sternschnuppen dadurch unterscheiden, daß sie mehr einer großen, schnell erlöschenden Flamme glichen, statt daß andere Sternschnuppen als Funken oder als fortziehende kleine Kugeln erschienen; so sey die Vermuthung, daß sie eine eigenthümliche Beschaffenheit hätten, wenigstens nicht ohne allen Grund. Daß man sie so selten über sich und das Wetterleuchten am Horizont so oft sehe, sey eben nicht unbegreiflich, da alle in geringerer Höhe als 5 Grad erscheinenden Lichtphänomene, wenn sie 5000 Fuß hoch über der Erde entstünden, auf einem 18 Meilen breiten Ringe um uns herum im Zenithe stehen könnten; dieser Ring, dessen innerer Halbmesser 2½ Meilen, der äußere 20 Meilen sey, habe ungefähr 1200 Quadratmeilen Inhalt, statt daß der innere Kreis etwa 20 Quadratmeilen enthalte; man könne also 60 Blitze auf 0 bis 5 Grad sehen, ehe man einen dem Zenith näher zu sehen bekomme.

Herr Lampadius *) bemerket dagegen, daß man noch nie ein Wetterleuchten aus hellem Himmel im Zenith, sondern immer am Horizont erblickt habe. Kämen auch einzelne Fälle vor, wo sich aus stark elektrisirten Wolken elektrische Lichtmassen ohne Donner entwickelten, so seyen diese doch so selten, daß sie der gegebenen Erklärung des gewöhnlichen Wetterleuchtens keinen Eintrag thun könnten. Zugleich theilet er eine Beobachtung des Wetterleuchtens, welche er zu Teplitz den 3ten Septemb. 1823 gemacht hat, mit, aus welcher nach ihm hervorgeht, daß die Erscheinung des Wetter-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXXIV. S. 432 ff.

leuchtens durchaus nichts anders seyn könne, als de Blitzen entfernter Gewitter. An diesem Tage standen nämlich kleine Gewitter am Himmel langsam ziehend. Sie bestanden, mehrentheils deutlich erkennbar; aus drey Wolkenschichten: einer dünnen, in Strichwolken auslaufenden, blendend weißen zu oberst; einer aus schönen, hoch aufgethürmten Wolkenmassen bestehenden darunter; und aus einer dritten aus leichten Florwolken gebildeten Schicht, in welcher einige Bewegung wahrnehmbar war, zu unterst. Während des Untergangs der Sonne und nachher wurde der ganze Himmel wolkenleer. Nach der Dämmerung fieng das Wetterleuchten an, und dauerte bis zu der Morgendämmerung fort. Beym Aufgehen der Sonne um $5\frac{1}{2}$ Uhr war der Osten des Horizontes so wie das Zenith noch ganz helle; hingegen zeigten sich hinter dem Kamme des Erzgebirges hie und da, Spuren von aufsteigenden Gewittern. Um 7 Uhr standen schon deren drey deutlich da, und man vernahm entfernten Donner; diese zogen herauf und so ging das Wetterleuchten allmälig in Gewitter über.

Wind (Zus. z. S. 653. Th. V.). Ueber die Entstehung der verschiedenen Arten der Winde ist noch wenig Sicheres bekannt. Was die periodischen Winde betrifft, so hangen diese wahrscheinlich von den Ungleichheiten der Temperaturen ab, welche zum Theil aber auch in der Abwechselung des Tages und Nachtes ihren Grund haben. In Ansehung der veränderlichen Winde aber können so mancherley Ursachen vereint zusammenwirken, die wir, jederzeit zu bestimmen, nicht im Stande sind. Einige Erscheinungen, welche mit den Fortschritten neuer Thatsachen genügender zu erklären versucht sind, sollen hier besonders angeführt werden.

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß an manchen heitern und sehr warmen Tagen, an welchen nur einzelne Wolken bisweilen die Sonne verdecken, zugleich ein kalter Wind beobachtet wird. Die Richtung dieses Windes ist mit der zu dieser Zeit herrschenden Rich-

tung des Windes, nach welcher auch die Wolken in der Atmosphäre hinziehen, völlig einerley, und es scheint daher nicht, als ob dieser Wind von der Wolke, welche die Sonne verdeckt, herrühre. Der Grund von der Entstehung dieses Windes scheint bisher noch nicht befriedigend erklärt worden zu seyn. Nach Herrn Brandes *) läßt sich diese Erscheinung am genügendsten auf folgende Art erklären: Wenn die Luft nahe über der Erde ziemlich erwärmt ist, und man stellte nun plötzlich einen Körper vor die Sonne, welcher einen beträchtlichen Raum beschattete, so müßte es hier sogleich kälter werden. Offenbar würde diese erkaltete Luft, indem sie sich verdichtet, ein Zuströmen der umgebenden Luft in den höhern Schichten und ein Ausströmen der kältern Luft in den untern Schichten bewirken; nahe an der Erde würde man also an den Grenzen jenes beschatteten Raumes einen von diesem Raume abwärts gehenden Wind fühlen. So müßte es sich also verhalten, wenn die beschattende Wolke, plötzlich vor die Sonne gerückt, ihre Stellung nicht änderte. Gedächten wir uns aber die Wolke fortgehend z. B. durch den Wind von Westen her fortgetrieben, so sey, indem die östliche Grenze des Schattens die Person erreicht, welche diesen Wind wahrnimmt, die lange beschattete Luft westlich von derselben allerdings auffallend kälter, und der Luftstrom werde an dieser Seite des Schattens ganz so Statt finden, wie vorhin, d. h. die Person werde einen stärkern Westwind empfinden; an der westlichen Grenze des Schattens dagegen könne kein von dem Schatten abwärts gehender Wind bemerkt werden, da die eben erst aus dem Schatten austretende Erdfläche sich noch nicht wieder erwärmt habe, und also hier höchstens eine geringere, vielleicht kaum eine merkliche Schwächung des Westwindes wegen das bey so geringen Temperatur-Unterschiede kaum bemerkbaren Gegendrucks der kältern Luft Statt finden

*) Beyträge zur Witterungskunde S. 366 f.

könne. So fühlten wir also eine Verstärkung des Windes, welcher die Wolke fortteribe, vorzüglich in dem Augenblicke, wo ihr Schatten uns zu bedecken anfange. Befände der Beobachter sich da, wo die südliche Grenze jenes Schattens hinfalle, so müßte der Westwind bey ihm ein wenig nordwestlich werden, so wie der Beobachter, welcher den Schatten an seiner Südseite vorbeygehen sehe, einen etwas nach Süden abweichenden Westwind empfinden müsse. Es erhelle also hier schon ein Grund, warum der Wind so oft kleine Verschiedenheiten seiner Richtung zeige, und ähnliche möchten oftmals Statt finden.

Zu den Winden, welche durch bloßen Unterschied der Temperatur entstehen, läßt sich auch, nach Volta's sehr wahrscheinlicher Meinung, der sehr kalte Wind rechnen, welcher nach Gewittern, die vorzüglich mit Hagel begleitet waren, zu entstehen pflegt. Die Gegend der Wolken nämlich, wo die Entstehung des Hagels Statt fand, oder wo das beständig mit Erzeugung von Kälte verbundene Gewitter zum Ausbruch kam, wird ohne Zweifel so abgekühlt, daß diese Kälte, bey der geringen Fortpflanzung der Wärme in der Luft und bey der oft Meilen weiten Ausdehnung jener Wolkengegend, sich lange Zeit erhalten muß. Diese kältere und mithin sehr verdichtete Luft ist schwerer, als die wärmere untere Luft; daher senkt sie sich herab, und bringt, indem sie zuerst die untere Luft verdrängt, dann aber bey einiger Erwärmung sich selbst ausdehnet, den kalten Wind von der Erdfläche hervor, welcher theils die Gewitter zu begleiten, theils am nächsten Tage ihnen zu folgen pflegt. Tritt er erst am nächsten Tage ein, so muß man wol annehmen, daß gleich nach dem Gewitter die untere Luft zu sehr erkältet, mithin zu verdichtet war, und daß dieserwegen die obere Luft nicht genug die untere an eigener Schwere übertraf, um herabzusinken: sobald sich nun die untere Luft durch die Sonnenwärme des folgenden Tages mehr erhitzt, erhält die obere Luft ein Ueberge-

wicht und sinkt herab. Der auf diese Art nach Gewittern entstehende Wind ist nach Volta's Beobachtung sehr trocken, und dies erklärt sich gut daraus, daß er zum Theil aus der oberen trockenerem Luft herabkommt, zum Theil ursprünglich noch weit kälter war, mithin alles in Dampfform in ihm enthaltene Wasser verloren hatte, und folglich durch die in der Nähe der Erde schon erhaltene Erwärmung in Stand gesetzet ist, Wasserdämpfe aufzunehmen oder sich uns als austrocknend zu zeigen. Dieser Wind ist, den Erfahrungen zu Folge, fast immer westlich, und es wäre daher in der That wünschenswerth, Beobachtungen dieser Art an solchen Orten zu sammlen, welche nahe um die Gewittergegend herumliegen, um die Richtung des Windes an verschiedenen Orten zu vergleichen, und zu erfahren, wiefern sie sich als von jener Gegend ausgehend nachweisen lassen. Nach Herrn Brandes kann man einen Grund, warum dieser Wind am stärksten und öftersten von Westen herkommt, darin suchen, daß die höhern Luftschichten, als gleichzeitig mit den untern einen Umlauf mit der rotirenden Erde vollendend, eine schnellere nach Westen gerichtete Bewegung als die untern haben, also einen Westwind geben müssen, wenn sie herabsinken; allein eine 6000 Fuß hoch über der Erde stehende Luftmasse, welche in unsern geographischen Breiten plötzlich zur Oberfläche der Erde herabkäme, könnte noch nicht einmal eine relative Bewegung von 1 Fuß in einer Sekunde haben, oder kaum einen Westwind von 1 Fuß Geschwindigkeit hervorbringen; diese Ursache könne also nur einen geringen Einfluß auf die Richtung des Windes haben.

Daß die Verschiedenheit der Temperatur in den meisten Fällen der entstehenden unregelmäßigen Winde eine vorzüglich mitwirkende Ursache ist, scheint gar nicht zweifelhaft zu seyn; allein ohne Zweifel liegt die Hauptursache derselben in mancherley zusammenkommenden Umständen, die uns größtentheils noch unbekannt sind. Bey

schnellen Zersetzungen in der Atmosphäre, wobey wahrscheinlich die elektrische Kraft sich thätig erweiset, entstehen gewöhnlich heftige Stürme und Orkane. Was für eine Verbindung das Barometer mit solchen schnell entstehenden Stürmen hat, ist bis jetzt bey weiten durch Beobachtungen nicht ausgemacht. M. s. hievon den Artikel: Barometerveränderungen. Dergleichen Stürme kommen bey uns gewöhnlich aus Westen, und zeigen mit dem Fortrücken der Gegend, wo das Barometer am tiefsten steht, einen genauen Zusammenhang. Um die völlig unbekannten Ursachen, welche dies Fortrücken bestimmen, zu erforschen, müßten Beobachtungen über dieses Fortrücken des tiefsten Barometerstandes nicht allein aus Europa bekannt seyn; denn es könnte möglich seyn, daß diese mächtigen Phänomene von den großen Meeren ausgiengen, und sich bey uns nur deswegen von Westen nach Osten fortpflanzten, weil uns das Meer gegen Westen liegt.

Ein merkwürdiger Umstand bey den Stürmen ist noch das dabey so häufig vorkommende Wechseln in der Richtung des Windes. An der Nordsee hält man die Stürme am gefährlichsten, und findet, daß sie die höchsten Fluthen bringen, welche in Südwest anfangen, und sich dann nach Nordwest wenden, und eben diese Aenderung des Windes bemerkt man in Norwegen bey den Wintergewittern. Bey den Orkanen in den heißen Weltstrichen ist dieses Umlaufen des Windes noch auffallender.

Auch bey diesen Windstürmen nimmt man gewöhnlich ein tiefes Fallen des Barometers wahr. Die schrecklichsten Orkane ereignen sich nach der Angabe in den Reisebeschreibungen auf den Antillen. Sie sind gewöhnlich mit den heftigsten Regengüssen, mit Gewitter und oft auch mit Erdbeben begleitet. Besonders merkwürdig bey ihnen ist der Wechsel in der Richtung des Windes. Gewöhnlich soll bey diesen Orkanen der Wind den ganzen Compaß durchlaufen.

Die Vorzeichen, wodurch diese heftigen Orkane angedeutet werden, werden verschiedentlich angegeben. Auf den Antillen geht ihnen eine drückende Schwüle, gänzliche Windstille vorher, und die Sonne sieht roth aus. Auf Isle de France glaubt man in dem Aussehen der Sonne beym Untergange ein Vorzeichen des Sturms zu haben, und die Neger auf den Gebirgen wissen ihn voraus. Nach **Krusenstern** besteht dies Aussehen in einer glanzlosen, bleichen Farbe der Sonne. Sehr viele Physiker sind der Meinung, daß dergleichen Orkane vorzüglich beym Neu- und Vollmond entstehen, wie mehre Beobachtungen diese zu bestätigen scheinen, obgleich auch andere Physiker diesen Einfluß im Stande des Mondes nicht wahrgenommen haben wollen.

Ueber die Entstehung der Wirbelwinde und der mit ihnen verwandten Wasserhosen und Tromben liegen die Ursachen noch ganz im Dunkel. Offenbar ist es, daß bey ihnen die drehende Bewegung der Luft Statt findet; daher scheint auch die Meinung derer nicht ganz ohne Grund zu seyn, welche behaupten, daß in der schnellen kreiselnden Bewegung der Luftmasse vermöge der Schwungkraft eine in der Mitte stark verdünnte Luft entstehe, und durch den Druck der umgebenden Luft die hier aufsteigenden Körper in das Vakuum hinaufgetrieben werden. Allein hieraus würde natürlich folgen, daß die Höhe eines solchen Wirbelwindes nur über 30 Fuß Höhe seyn könnte, und die großen Zerstörungen, welche Erscheinungen dieser Art anrichten, besonders das Hinaufziehen fester Körper, möchten sich doch durch einen solchen Druck der umgebenden Atmosphäre nicht hinreichend erklären lassen. Außerdem ist aber auch die Entstehung einer solchen ungemein schnellen Drehung selbst höchst räthselhaft. Ohne Zweifel ist bey solchen Winden die Elektricität mit im Spiel. Merkwürdig ist aber auch hier die dieser Erscheinung gewöhnlich vorangehende und folgende gänzliche Stille, und noch merkwürdiger ist, daß außer dem kleinen Raume, durch welchen die drehende

Luftmasse fortgeführet wird, wonächst gar keine Spur vom Winde zu bemerken ist.

Daß übrigens eben nicht in sehr großen Höhen der Atmosphäre über der Erdoberfläche sehr häufig entgegengesetzte Winde wehen, haben besonders die Luftschifffahrten in den neuern Zeiten genügend gelehrt. Diese verschiedenen, oft einander entgegengesetzten Luftströme mögen auch wol die Veranlassung zu der gänzlichen Stille an heitern Sommerabenden geben. Indem nämlich die obern Luftschichten herabsinken, und wahrscheinlich die Feuchtigkeit aus den höhern Regionen der Atmosphäre herabbringen, entsteht hier eine Mischung solcher Theilchen, die an der entgegengesetzten Geschwindigkeit der verschiedenen Luftströme Theil nehmen, welche mithin, indem sie sich mischen, gegenseitig ihre Geschwindigkeit aufheben, und so eine gänzliche Windstille erzeugen.

Wismuth (Zus. z. S. 686. Th. V.). Der Wismuth verbindet sich nach den neuern Erfahrungen mit Sauerstoff in zwey verschiedenen Verhältnissen. Im oxydirten Zustande (als gelbe an kalte Körper angelegte Blumen) ist es zusammengesetzt

nach Klaproth und Buchholz aus	100	Metall	+ 12	Sauerstoff
— John Davy . .	100	—	+ 11,111	—
— Lagerhjelm . .	100	—	+ 11,275	—
— Thomson . .	100	—	+ 11,3	—

Im oxydulirten Zustande wird der Wismuth erhalten, wenn man es einige Zeit in offenen Gefäßen im Fluß erhält. Die dadurch gewonnene sogenannte Wismuth-Asche giebt diesen Zustand.

(Zus. z. S. 687.). Auch mit Jod verbindet sich der Wismuth unter Entbindung von Wärme sehr leicht. Die Zusammensetzung hat eine oraniengelbe Farbe, ist im Wasser unauflöslich, läßt sich aber in einer kaustischen Kalilauge ohne einen Niederschlag zu veranlassen auflösen. Aus theoretischen Gründen giebt Thom-

son das Verhältniß der Bestandtheile derselben also an: Jod 15,625 und Wismuth 8,875.

Wolken (Zus. z. S. 691. Th. V.). Den ersten glücklichen Versuch, die manchfaltigen Gestalten der Wolken unter eine allgemeine Classification zu bringen, hat Luk. Howard *) gemacht. Howard unterscheidet drey wesentlich von einander verschiedene Hauptformen der Wolken, an welche sich noch vier, theils als Uebergänge aus der einen in die andere, theils als aus mehren Formen verbunden, anschließen. Zu den drey einfachen Hauptformen gehören

1. der *Cirrus*, oder die Locken- oder Federwolke; sie besteht aus zarten Fäden, welche entweder als eine kaum ähnliche Verzweigung, oder als herabhangende haarförmige Locken, oder als feine parallele Fasern, oder als ein Gewirre feiner Fäden, welche aus einem etwas dichtern Theile entspringen, erscheinen.

2. Der *Cumulus*, oder die Haufenwolke; diese erscheinet in ihrer einfachsten Form als Halbkugel über einer genau horizontal abgeschnittenen Grundfläche; gewöhnlich häufen sich aber mehre solcher einzelnen Halbkugeln zusammen, und bilden nachher Wolken, welche am Horizont sich befinden, und einem Gebirge mit glänzenden Gipfeln, theils hell beleuchtet, theils dunkel schattirt, gleichen.

3. Der *Stratus*, oder die Schichtwolke; diese besteht aus einer ausgedehnten, stetig zusammenhängenden horizontalen Schicht. Howard versteht unter der eigentlichen Schichtwolke die niedrige Nebelschichte, die man an heitern Sommerabenden über Wiesen liegen sieht, und welche sich an schönen Tagen beym Sonnenaufgang wieder verliert; jedoch werden auch andere Nebel hieher gerechnet.

---

*) *Tillock's* Philos. Magazin N. 62. und Bibliot. Britann. Vol. 27. p. 185 f. übers. in Gilbert's Annalen der Physik B. XXI. S. 173 ff. B. LI. S. 1 ff.

An die erste einfachste Wolkenform schließen sich folgende zwey Modifikationen an:

4. der *Cirro-cumulus*, oder die federige Haufenwolke, von dem gemeinen Mann gewöhnlich Schafwölkchen genannt; diese sind nach Howard die zarten, runden, in Reihen geordneten Wolken; ihrer Form nach scheint sie den Haufenwolken zuzugehören, aber ihrer innern Bildung nach, und als hochstehende leichte, glänzende Wolken, auch durch ihre Entstehung sind sie offenbar der Federwolke viel näher verwandt. Man verwechselt oft mit diesen federigen Haufenwolken die nächstfolgende Art.

5. *Cirro-stratus*, oder federige Schichtwolke, die man auch wohl Schäfchenwolke zu nennen pflegt; diese besteht aus flachen Wolkenblättchen, auch wol aus kurzen faserigen Theilen, welche jedoch schon verdichteter erscheinen, als die eigentlichen Federwolken; sie bildet jederzeit eine horizontale, oder ein wenig geneigte und oft weit ausgedehnte Schicht, welche, wenn sie über uns steht, als aus einer Menge zarter Wölkchen bestehend, erscheint, am Horizonte aber, wo man ihren lothrechten Querschnitt sieht, sich als eine lange dichte Wolke von sehr geringer Breite, oft nur wie ein sehr langer horizontaler Stab zeigt. Da die kleinen Wolken, aus welchen sie besteht, oft einen den ganzen Himmel weißlich bedeckten Nebel auszumachen, und bisweilen ganz in diese nebliche Umgebung zerflossen zu seyn scheinen, so bildet sie einen Uebergang zu einer Art von Schichtwolke, welche als horizontal ausgebreiteter Nebel über uns steht. Auch macht sie wol den Uebergang zur Haufenwolke, wenn ihre leichten, federigen und haarförmigen Theile sich verdichten, und das dunkelere und dichtere Ansehen der Haufenwolke annehmen, welche alsdenn zwar nicht ganz in ihrer kugelförmigen Gestalt erscheinet, aber doch offenbar aus zusammengehäuften Theilen besteht.

In der fernern Ausbildung geht die Haufenwolke in zwey andere Modifikationen über, welche von zusam-

mengesetzter Structur sind. Nach Howard sind sie folgende:

6, der *Cumulo-stratus*, oder die gethürmte Hausenwolke; diese besteht aus einer mit dem Cirro-stratus oder mit dem Cirro-cumulus vermengten Hausenwolke. Dann erblickt man gewöhnlich die Gebirgen ähnliche Hausenwolken hoch über einander gethürmt, wobey sie zugleich ein dunkeleres Ansehen erhalten; ihr oberer Theil hängt oft wie Falten über den schmälern untern Theil herab; oft im Gegentheil steht die Wolke wie ein dunkeles Gebirge am Horizont, und droht in die eigentlichen Regen- oder Gewitterwolken überzugehen.

7. Der *Nimbus*, oder die Regenwolke, in welche die gethürmte Hausenwolke sehr oft übergeht. Bey ihrer vollkommenen Ausbildung, wie sie bey heftigen Regenschauern sich zeigt, ist sie jederzeit oben sehr weit horizontal ausgebreitet, und an ihrer obern Seite entweder mit einen faserigen Ansatze, welche einer wahren Federwolke gleicht, verbunden, oder ist wenigsten an ihrem Gipfel verwaschen, so daß die genaue Begrenzung der auf einander gehäuften Halbkugeln oder Gebirgsmassen nicht mehr Statt findet.

Was nun die Entstehung dieser verschiedenen Wolken betrifft, so giebt Howard aus seinen vielfältig gemachten Beobachtungen folgende Umstände an: Gewöhnlich erscheinet nach einer anhaltenden heitern Witterung zuerst die Federwolke, die sich auf dem dunkeln Blau des Himmels zeigt. Man nimmt sie oft zuerst als einzelne weiße Fäden, welche sich nach und nach verlängern, und gewöhnlich seitwärts neue Zweige erhalten, die sich an die Hauptstämme anfügen. Die Gestalt, welche diese Wolken annehmen, ist sehr verschieden. Oft erscheinen sie nur als feine Streifen, welche auf dem Himmelsblau abgezeichnet sind, und welche bisweilen von Querlinien durchschnitten werden. Zu einer andern Zeit bestehen sie aus parallel an einander

horizontal liegenden Strichen, bisweilen erscheinen sie aber auch als ein Gewirre durch einander geschlungener Fäden, oder wellenförmig gekrümmt neben einander liegend, und bilden so eine dünne krumme Fläche. Wie- derum zu einer andern Zeit haben sich an langen dün- nen Hauptstreifen sehr feine seitwärts gehende Streifen angefügt, welche entweder ungleich gekrümmt, ihre Spitzen nach ziemlich verschiedenen Richtungen wenden, oder ü- briger Maassen parallel nach zwey Seiten herausgehend sich mit einer Federfahne vergleichen lassen. Oft bilden diese Fäden eine herabhangende Lockenform, oft verbrei- ten sich von einem aufrecht stehenden Stamme nach allen Richtungen Zweige, die sich in feinere Fäden vertheilen, und welche die unter dem Namen der Windbäume bekannte Wolke darstellen. Bey einer jeden dieser Mannigfal- tigkeiten zeigt sich bisweilen ein dichterer Kern, von wel- chem sich nach allen Richtungen kurze Fasern ausbreiten. Merkwürdig ist, daß die zu gleicher Zeit am Himmel stehenden Federwolken einander so sehr ähnlich sind, daß sie insgesammt zu einer der eben beschriebenen Arten ge- hören, oder wenigstens die eine Gestalt vorzüglich häu- fig, ja oft so erscheinet, daß man die eine als ein ge- naues Nachbild der andern ansehen möchte. Eine beson- dere Verschiedenheit dieser Wolken zeigt sich aber auch in dem mehr oder weniger begrenzten Ansehen der ein- zelnen Fäden, welche sehr häufig als völlig reine Fäden am Himmel hinlaufen, statt daß sie zu andern Zeiten mehr in einander vermengt zu seyn scheinen.

Der Cirrus pflegt gewöhnlich in einer sehr grossen Höhe der Atmosphäre sich zu befinden. Dalton hat durch geometrische Messungen gefunden, daß ihre Höhe über eine deutsche Meile ist; sorgfältige Beobachtungen ließen ihn schließen, daß die kleinen weißen Striche condensirten Dampfes, welche sich am Himmel zeigen, eine Höhe von 3 bis 5 englische Meilen über der Erd- fläche haben. Die Federwolken scheinen von den Gipfeln der höchsten Berge aus gesehen noch eben so weit ent-

fernt zu seyn, als von der Ebene aus betrachtet; und in der Abenddämmerung werden sie noch lange von dem Sonnenlichte mit dem lebhaftesten prismatischen Farben erleuchtet, wenn die dichteren Wolken dieselbe Stufenfolge schon durchlaufen haben, und sich in vollem Schatten befinden. Man sieht hieraus, daß die Federwolke eine große Leichtigkeit besitzen muß, um sich in Luftschichten von so geringer Dichtigkeit schwebend erhalten zu können.

Nach Herrn Th. Forster's *) Meinung soll das deutlich begrenzte Ansehen der Fäden in dem Cirro auf trockene Luft hindeuten, dagegen zeige sich bey feuchter Luft der Faden in seiner ganzen Länge verwaschen. Mehre Beobachtungen scheinen es auch zu bestätigen, daß bey anhaltend heiterm Wetter beym Cirrus die Fäden ein beständig begrenztes Ansehen besitzen, und daß die verwaschen erscheinende Federwolke gern bald in die dichtere Form der federigen Schichtwolke übergeht. Ist besonders bey einem solchen verwaschenen Ansehen der Federwolke zugleich der ganze Himmel weißlich, so läßt sich nach einigen Tagen auf Regen schließen. Da gewöhnlich in höhern Gegenden der Atmosphäre Trockenheit herrschet, so sieht man auch den Grund ein, warum der Cirrus sich gewöhnlich in beträchtlichen Höhen über der Erdfläche bildet; wahrscheinlich entstehen daher auch die verwaschenen Fäden des Cirrus in weniger hohen Gegenden der Atmosphäre. Von den wie Locken herabhangenden Wolken und vorzüglich von denjenigen Federwolken, welche man gewöhnlich mit dem Namen der Windbäume belegt, behauptet Forster, daß sie nicht sehr hoch stehen, welches auch ihr oft sehr schnelles Fortziehen in der Atmosphäre sehr wahrscheinlich macht.

*) Untersuchung über die Wolken und andere Erscheinungen in der Atmosphäre, aus dem Engl. übersetzt. Zweyte Ausgabe. Leipzig 1819 8.

Die Hauptrichtung aller dieser Federwolken scheint nach verschiedenen Beobachtungen horizontal zu seyn, ob es gleich das Ansehen hat, als ob die wahrgenommenen Locken herabhängend, oder die Bäume als aufwärts nach allen Richtungen hin verästelnd wären. Herr Brandes hat besonders hierauf eine längere Zeit seine Aufmerksamkeit gerichtet. Einmal stand eine Federwolke aus wellenförmigen, wenig divergirenden Fäden in Südwest aufrecht, so daß die Spitzen der Fäden gegen das Beobachtungszenith gerichtet waren, und der dichtere Theil der Wolke unten stand. Der Westwind führte die Wolke südlich neben dem Beobachtungsort vorbey, und ihre scheinbare Lage wurde desto mehr geneigt, immer mehr horizontal, je weiter sie nach Osten fortging. Diese Wolke hatte also offenbar eine mit den Spitzen nach Nordost, also bey ihrer anfänglichen Stellung gerade gegen den Beobachter zu gerichtete horizontale Lage, und schien folglich, wie jede horizontale gegen einen Standpunkt hingerichtete höher als der Beobachter stehende Linie, gegen dessen Zenith zuzugehen. So wie sie neben dem Beobachter vorbeyzog, erhielt seine Gesichtslinie eine immer mehr auf die Längenrichtung der Wolke senkrechte Lage, und sie erschien ihm daher mehr und mehr in ihrer wahren horizontalen Stellung.

Bey einer andern Beobachtung stand eine Federwolke mit ihrem aus langen Fäden bestehenden Haupttheile etwa in einer Höhe von 10 Grad. Nach beyden Seiten liefen feine Fäden, welche ungefähr einer Federfahne glichen, unter spitzen Winkeln gegen den Haupttheil geneigt, so daß die an derselben Seite liegenden Fäden unter sich parallel waren, von jenem Hauptstamme abwärts; die an der obern Seite waren länger und machten einen größern Winkel mit jenem Hauptstamme, als die an der untern Seite. Sehr wahrscheinlich lagen diese ablaufenden Fäden in einer horizontalen Ebene, und mochten an beyden Seiten gleich lang seyn; aber die scheinbar hinunterwärts gehenden lagen an der

von ihm abgekehrten Seite, und mußten daher kürzer und enger an den Hauptstamm angelegt erscheinen, als die gegen das Zenith gerichteten, welche ihm näher lagen.

Ob nun gleich diesen und andern Beobachtungen zu Folge die Hauptrichtung der Federwolken die horizontale ist, so lehren doch auch andere Beobachtungen, daß die nach mancherley Richtungen hingehenden Fäden manchmal ein wenig aufwärts, manchmal niederwärts gekehret sind, und daß bisweilen auch längere Faden aufwärts gehen. Merkwürdig bey dieser Wolkenart ist aber besonders die große Ausdehnung ihrer dünnen Fäden. Man kann wol annehmen, daß diese Wolken in 12000 bis 16000 Fuß Höhe in der Atmosphäre schweben, und daher auch behaupten, daß Fälle, wo Fäden dieser Art mehre tausend Fuß lang sind, gar nicht selten vorkommen. Hiebey entsteht nun aber die Frage, was bewirkt den Niederschlag sichtbarer Dünste in diesen langen Linien, und was erhält sie oft nach Howard's und Forster's Beobachtung so lange Zeit unverändert? Beyde betrachten sie als Leiter der Elektricität, welche sehr entfernte Gegenstände der Atmosphäre mit einander in Verbindung setzen. Besonders scheinen die langen parallelen Fäden hiezu geeignet zu seyn, besonders wenn sie in feine, das Ausströmen der Elektricität begünstigende Spitzen auslaufen. Auf der andern Seite scheint es aber doch mit Schwierigkeiten verbunden zu seyn, aus dieser Annahme die Entstehung der kleinern Federwolke zu erklären, indem in Luftmassen, welche in einerley Horizontalschichte nur einige hundert Fuß von einander liegen, wol nicht eine solche Ungleichheit der Elektricität Statt finden kann, und weil beym Fortziehen der Federwolke doch schwerlich denkbar ist, daß sie in jeder neuen Lage immerfort zu dieser Leitung dienen könne. Indessen scheinen doch bey diesem immer noch dunkeln Gegenstande folgende Erscheinungen die von Howard und Forster angegebene Erklärung zu unter-

sitzen. Forster hatte nämlich beobachtet, daß die schief herabhangenden Streifen der Federwolke bisweilen zwey von einander entfernte Wolken zu verbinden scheinen, und daß in diese alsdann eine solche Aenderung der Gestalt vorgeht, daß man wol auf die Vermuthung, ihr elektrischer Zustand habe sich verändert, hingeleitet werden könnte. Eine andere Erscheinung ist diejenige, welche man an den Windbäumen wahrgenommen haben will, daß nämlich ihre fein auslaufenden Spitzen nach der Himmelsgegend hinzeigen, wohin kurz nachher der Wind kommen wird. Es ist bekannt, daß solche ästige Federwolken als Wind vorbedeutend angesehen werden, und Forster führet es als oft gemachte Beobachtung auf, daß der bevorstehende stärkere Wind aus der Gegend komme, wohin die Spitzen zeigen. Howard scheint dies im Allgemeinen von allen Federwolken zu behaupten. Herr Brandes bringt hiemit eine Vermuthung in Verbindung, nach welcher die Luft stärker elektrisch seyn mag an denjenigen Orten, wohin der stürmische Wind zuströmt, als an denen, von welchen er herkommt, und womit das Hinkehren der Spitzen gegen die weniger elektrische Gegend wol übereinstimmt. Zu ihrer Bestätigung oder Widerlegung sind aber noch mehre genau angestellte Beobachtungen erforderlich.

Forster ist selbst geneigt, die Richtung, nach welcher die Federwolken hinziehen, hiemit in Verbindung zu bringen. Oft nämlich ziehen sie so fort, daß ihre Spitzen vorangehen, wo man also sagen könnte, sie würden nach der Richtung hin angezogen, wohin sie die Elektricität ausströmen lassen. Er bemerkt aber dabey, daß diese Vermuthungen und Behauptungen noch sehr unsicher sind. Zugleich bemerkte er auch, daß nicht beständig die Federwolke mit den Spitzen voran fortzieht, sondern oft nach einer Richtung, die stark von der Richtung der Spitzen abweicht, selbst dann, wenn alle Spitzen nach einerley Richtung hinweisen.

Howard hatte zuerst die eben angeführte Meinung geäußert, und dabey bemerket, daß die Federwolken sich durch langsames Fortpflanzen der Elektricität so bilden, wie die lichtenbergischen Figuren aus dem Harzstaube; allein er fügt doch gleich hinzu, die verschiedentlich durch einander bewegten Lufttheilchen möchten an Wärme wol verschieden genug seyn, um zur Bildung dieser Wolken dadurch beyzutragen, daß sie einen geringern Niederschlag in den erkälteten Stellen bewirken. Allein dagegen läßt sich als Einwurf das lange Bestehen dieser Niederschläge anführen, indem die sich durchkreuzenden Luftströmungen nicht immer an denselben Ort Kälte bringen, und noch weniger sie, auch während des Fortziehens der Wolke, erhalten werden. Nach Th. Forster ist die Elektricität das Erhaltungsmittel dieser Wolkenfäden, und meint, sobald die Federwolke zu leiten aufhöre (mithin die Ausgleichung der Elektricität erfolget ist) verdampfe sie entweder, oder gehe in die federige Haufenwolke, oder die federige Schichtwolke über.

Eben der Uebergang der Federwolke in federige Haufenwolken oder federige Schichtwolken ist wiederum eine sehr merkwürdige Erscheinung. Howard vergleicht denselben mit dem Uebergange der ebenfalls aus Fäden bestehenden Eisblumen an den Fensterscheiben durchs Aufthauen in kleine Tröpfchen. Indem diese nämlich aufthauen verschwindet die faserige Structur; aber die kleinen Tröpfchen liegen noch in derselben Ordnung, welche die jetzt zerrissenen Fasern bestimmten. Auf eine ähnliche Art scheint bey der Entstehung einer federigen Schichtwolke die Faden der Federwolke zerrissen zu werden, und jeder in eine breitere und verdichtere Form zusammengezogen worden zu seyn; die kleinen Wolkenflöckchen behalten auch hier zuerst noch dieselbe Anordnung, welche sie in der Federwolke hatten. Nach Forster erhalten die faserigen Theile der Federwolke zuerst seitwärts ausschießende Querstreifen, und in den Durchschnittspunkten dieser mit jenen verdichten sie sich, neh-

men eine scheibenartige Gestalt an, und, indem von diesen Mittelpunkten noch faserige Strahlen ausgehen, zeigen sie einen Uebergang zur federigen Haufenwolke, welche nun entweder sich völlig ausbildet, oder wieder zur Federwolke übergeht, oder zur federigen Schichtwolke wird. Diese Veränderungen scheinen gewöhnlich so schnell zu erfolgen, daß es schwierig ist, die einzelnen Stufen ihres Fortganges gehörig zu beobachten.

Howard und Forster bemerken, daß die Federwolke sich herabsenke, wenn sie in die federige Haufenwolke oder in die federige Schichtwolke übergehe; jedoch sind hierüber noch keine hinreichenden Beobachtungen angestellet worden. Nach Howard fängt die Umänderung der Gestalt oft in dem einen Ende der Federwolke an, nämlich in den dichtern Büscheln, und schreitet gegen das andere Ende hin fort; oft bemerke man, daß sich alle am Himmel stehende Federwolken nach eben dem Gesetze veränderten.

Es ist allgemein bekannt, daß sich diese federigen Haufenwolken als runde, glänzende, in regelmäßige Reihen geordnete Wölkchen darstellen. Die eigentlichen federigen Haufenwolken mit den regelmäßigen Formen der in Reihen geordneten Wölkchen scheinen nicht so häufig zu seyn, und sie werden oft mit den federigen Schichtwolken verwechselt, welche an und für sich ebenfalls einen schönen Himmel machen, aber nicht so wie jene sicher heiteres und mildes Wetter anzudeuten scheinen. Oft nimmt man mehre Schichten solcher sogenannter Schäfchen wahr, wo dann gewöhnlich die höher liegenden kleiner erscheinen, und oft den ganzen Himmel bedecken. Sie werden allgemein als Vorboten von warmer schöner Witterung gehalten, besonders im Frühling. Howard und Forster sind der Meinung, daß diese Wolke wirklich alsdenn entstehe, wenn ein wärmerer, mit Wasserdämpfen beladener Luftstrom sich über kältere Luft hin ergießt.

Zu dieser Wolkenart rechnen Howard und Forster noch diejenigen ähnlich gebildeten Wolken, welche man bey stürmischen Wetter und vor Gewittern sieht. Die einzelnen Wölkchen liegen auch alsdenn als dichte, runde Massen, nahe an einander geordnet, und wenn diese Wolkenart vorherrschend ist, und ausgedehnte Haufenwolken zugleich erscheinen, so hat man nach Forster's Meinung gewiß ein Gewitter zu erwarten.

Die federige Schichtwolke erscheint auf die manchfaltigste Art. Oft bedeckt sie fast eben so wie die federige Haufenwolke einen großen Theil des Himmels mit seinen, glänzenden Wolkenflöckchen; aber sie unterscheidet sich von jener zum Theil in ihrer weniger bestimmten Gestalt, zum Theil in der mangelnden Ordnung in Reihen, zum Theil aber auch in der Neigung bald andere Gestalten anzunehmen. Gewöhnlich besitzt sie die Eigenschaft, eine flache Gestalt anzunehmen, sich in sehr dünne Lagen auszubreiten, und ihre Gestalten schneller zu wechseln, wobey sie sich bald verdichtet, bald verschwindet. Ganz anders erscheint die federige Schichtwolke, wenn sie über uns, als wenn sie weit von uns entfernt am Horizonte steht. Im erstern Falle besteht sie entweder aus getrennten Flocken, die kleiner oder größer, mehr oder weniger dicht, und jederzeit, wenn sie nicht im Schatten anderer Wolken stehen, weiß glänzend sind, oder sie bildet eine neblichte Schichte. Entsteht die federige Schichtwolke gleichsam durch ein Gerinnen der Federwolke, so erhält sie oft die Gestalt von Lagen wellenförmig gekrümmter Streifen; oft liegen auch die einzelnen, zerrissenen Wolkenstücke unordentlich über den ganzen Himmel; sie verwandeln sich, besonders wenn sie zum Regen geneigt sind, gern in verdichtete Wolken, und bilden dann bisweilen den ganz bedeckten grauen Himmel, welcher sich endlich als eine große Schichte von Haufenwolken, die mehr wie bey eigentlichen Regenschauern in die Breite gedehnt sind, zeigt, und den stillen anhaltenden Regen von nicht selten mehren Tagen

giebt. Bildet aber die federige Schichtwolke eine neblichte Schichte, so ertheilet sie entweder dem Himmel blos ein weißliches Ansehen, und verursacht, daß die Himmelskörper im matten und wässerigen Lichte erscheinen, oder sie bedeckt den ganzen Himmel mit einer die Sonne nicht ganz verhüllenden Wolkenlage, welche ungleich dicht, dem Himmel ein buntes Ansehen giebt, indem graue und glänzende Wölkchen in dieser ganz weißen Bedeckung des Himmels liegen. Bey diesem so angelaufenen Himmel erscheinen Ringe um die Sonne und den Mond, Nebensonnen und die damit verbundenen Erscheinungen.

Die federige Schichtwolke erblickt man häufig zwischen Regenschauern zum Theil als graue und weiße Nebelschichte, zum Theil in Flocken und dichteren Massen vereinigt, große Himmelsstrecken bedecken. Oft besteht diese Bedeckung auch aus verwaschenen Federwolken, welche sich nur hie und da zu federigen Schichtwolken ausgebildet haben. Es ist jederzeit ein Zeichen von anhaltender regniger Witterung, wenn eine solche Schichte über den Haufenwolken steht, die als Regenschauer unter ihr fortziehen.

In dem andern Falle, wenn die federige Schichtwolke von uns weit entfernt nahe am Horizonte sich befindet, so sieht man sie oft noch deutlich als aus glänzenden Wölkchen zusammengesetzt, noch näher am Horizonte aber als dichte, blaue Wolkenstreifen, welche Sonne und Mond bedecken, oder sie oft als schmale dunkle Streifen in mehre Theile zerschneiden. Diese Wolkenart stellt bey Sonnenuntergang die schönsten Erscheinungen der Abendröthe dar, indem die Sonne sie durch den Widerschein von der untern Seite dieser flachen Wolkenflöckchen mit gelbem, rothem oder purpurfarbenem Lichte färbt. An der Westseite Abends sehen wir oft den Himmel mit einzelnen Theilen dieses zarten Gewölkes bedeckt, während in andern Gegenden des Horizontes ähnliche, aber nicht so glänzende Wolkenstreifen stehen.

Zu dieser Wolkengattung gehören die am Horizont so oft sichtbaren, langen, bald dunkelbraunen, bald gefärbten Wolkenstreifen. Meistens erscheinen sie gegen die Enden zugespitzt, bisweilen vielleicht dieserwegen, weil die Dicke der Schichte gegen ihre äußern Grenzen wirklich geringer ist, gewöhnlich aber, weil wir den hochschwebenden breiten Flächenraum doch immer noch von der untern Seite, mithin nicht ganz im vertikalen Durchschnitt, sondern, wenn er wirklich kreisrund wäre, etwas elliptisch sehen.

Dergleichen Wolkenstreifen stehen oft sehr hoch parallel über einander am Himmel; daraus läßt sich aber nicht folgern, daß sie beständig vertikal über einander geordnet seyn müßten, sondern es können diese weit ausgedehnten Schichten horizontal neben einander stehen, und müssen dann natürlich einen weiten heitern Raum zwischen sich haben.

Zu diesen federigen Schichtwolken gehören auch oft die dunkeln Wolken, welche die Sonne bey ihrem Untergange verdecken. Wenn die Sonne hinter einer solchen Schichtwolke untergeht, so ist dies eine gewöhnliche Vorbedeutung vom trüben Wetter. Ferner sind noch hieher zu rechnen die langen schmalen Wolkenstreifen, die man oft über den ganzen Himmel ausgedehnt wahrnimmt. Oft erscheinen ihrer mehre, welche von einerley Punkte des Horizontes ausgehen, und in dem entgegengesetzten Punkte zusammen zu laufen scheinen, indem sie sich wie größte Kreise der Kugel über die sphärische halbe Himmelsfläche erstrecke. Sie bestehen aus parallelen Wolkenstreifen, welche an den von uns sehr weit entfernten Enden nur wegen ihrer so großen Entfernung von uns zusammenzulaufen scheinen. Wegen ihrer sehr weiten Ausdehnung können sie sehr wol dienen, Aenderungen der Witterung an weit von einander liegenden Orten hervorzubringen. Nach Howard und Forster erfolgt dies vorzüglich dadurch, daß sie die Elektricität entfernter Gegenden ausgleichen.

Die federige Schichtwolke zeigt sich sehr oft als Vorbote oder gleichsam als erster Anfang der dichten Herbstnebel, welche vielleicht selbst als eine solche Wolke anzusehen sind. Bisweilen folgt der Bildung ganz feiner federiger Schichtwolken in sehr kurzer Zeit das Erscheinen einer dichten, den ganzen Himmel bedeckenden Lage von Wolken dieser Art, und in einigen Stunden ein dicker Nebel. Hier also senkt sich die Wolke entweder wirklich auf die Erde herab, oder die Entstehung der Wolken geschieht nach und nach in tiefern atmosphärischen Schichten. Im Allgemeinen wird die federige Schichtwolke als ein Vorzeichen trüber Witterung gehalten; doch findet dies nicht Statt, wenn sie Abends auf kurze Zeit erscheint, in welchem Falle sie vielmehr durch die Erzeugung der Abendröthe schönes Wetter ankündiget. Ist aber ihr Ansehen zugleich mit einem den ganzen Himmel überziehenden Dunste verbunden, und zeigen sich Ringe an der Sonne und dem Monde, so läßt sich nach einigen Tagen auf Regen schließen; jedoch ist auch letzteres nicht allgemein wahr, und scheint in der heißen Zone weniger als in den gemäßigten Zonen zu erfolgen, weil man in jener selbst in der trockensten Jahreszeit die Ringe nicht selten, und um den Mond fast in jeder Nacht sieht. Zuverlässiger läßt sich wol auf regnige Witterung schließen, wenn diese Wolkenart sehr veränderlich ist, und in dichtere Massen sich umwandelt; oder wenn sie mit verwaschener unbestimmter Begrenzung eine obere Wolkenlage bildet, unter welcher Haufenwolken fortziehen. Alle diese Vorzeichen können jedoch nur scheinbar seyn, indem ein Umdrehen des Windes nach Norden oder Osten selbst bey den ungünstigsten Vorbedeutungen heitere Witterung sich wieder einstellen kann.

Die ungleichen Erscheinungen dieser Wolkenart scheinen mit den Verschiedenheiten der Abendröthe, und den verschiedenen Umänderungen in ihrer Gestalt in einem Zusammenhange zu seyn. Bey den schönen Abendrö-

then, welche auf eine heitere Witterung deuten, sind es wol meistens gut begrenzte dünne Wolkenblättchen, welche durch ihren glänzenden Widerschein den Himmel gelb und roth färben, und in mancherley fleckigen Gestalten erscheinen. Im Gegentheil erzeugen sich die trüben Abendröthen durch jene neblichten Schichten, die auf schlechtes Wetter hindeuten; und selbst hiebey ergeben sich Verschiedenheiten, je nachdem die untergehende Sonne fast ganz weiß mit blendendem Glanze umgeben erscheint, oder ein gleichförmiges Gelb oder trübes Roth zeigt. Wenn die Abendröthe ein feurigrothes Ansehen hat, so deutet dies gewöhnlich auf stürmische Witterung.

Auch erwähnen Howard und Forster noch einige besondere Arten von federigen Schichtwolken, ersterer eine Art, welche er mit der Kehlleiste in der Baukunst vergleicht, und Anzeige zu Stürmen geben soll, anderer aber eine Art, welche nicht in horizontaler Lage am Himmel ausgebreitet ist.

Howard ist der Meinung, daß vielleicht die federige Schichtwolke dann entstehen könne, wenn über einer warmen, mit Dünsten ziemlich beladenen Luftschichten ein kälterer Luftstrom sich ergießt, und an der Grenze beyder Schichten einen Niederschlag von Dünsten bewirkt. Jedoch sind die Beobachtungen hierüber noch lange nicht genügend genug.

Außer der Federwolke nebst den mit ihr verwandten Wolkenarten zeigen sich auch bey heiterer Witterung auf dem dunkeln Blau des Himmels Haufenwolken. Beym ersten Entstehen der Haufenwolke sieht man dieselbe als ein kleines unregelmäßiges Wölkchen in mäßiger Höhe über den Horizont. Nach und nach vergrößert sie sich, und nimmt die Halbkugelform mit genau horizontaler Grundfläche an. Hierauf entstehen mehre Wölkchen, die sich mit einander vereinigen, und zu größern Wolkenmassen sich ausbilden, wobey sich die um sie herum entstandenen kleinen Wölkchen verlieren; hiebey bemerket Forster, daß man zwar nicht beständig ein Vereinigen

und ein Uebergehen der Theile der einen in die andere wahrnehme; man werde aber gleichwol überzeugt, daß die eine verschwunden sey, um der andern zur Vergrößerung zu dienen. Dies Zunehmen der Haufenwolke wird so bedeutend, daß sie oft die Gestalt von Wolkengebirgen annimmt, dabey aber eine genau horizontal abgeschnittene Grundfläche behält. In dieser Form hat sie doch nicht immer Regen oder Gewitter zur Folge, sondern oft nehmen diese Wolkenarten nur bis ungefähr um die heißeste Tageszeit zu, nehmen dann nach und nach ab, und verschwinden endlich kurz nach Sonnenuntergang gänzlich. Diese Erscheinungen erneuern sich nicht selten mehre Tage hinter einander, so daß der Himmel beständig wieder heiter wird.

Nach Howard entsteht die Haufenwolke an warmen und heitern Tagen größtentheils durch Abkühlung, die die Dünste in der höhern Luftschicht der Atmosphäre erleiden. Nachdem nämlich die in warmen Tagen aufgestiegenen Dünste in höhere kalte Luftschichten gelangen, werden sie dadurch in sichtbaren Dampf niedergeschlagen, und sie sind unten horizontal abgeschnitten, weil sie auf derjenigen Luftschichte schwimmen, welche hinreichende Wärme besitzt, um die Feuchtigkeit in dem Zustande durchsichtiger Dämpfe zu erhalten. Es läßt sich hiernach sehr gut gedenken, daß diese Wolkenart in sehr vielen Fällen auf diese Art entstehe. Indessen ist Herr Brandes der Meinung, daß die von Howard angeführten Umstände nur mitwirkend zu seyn schienen, die Hauptursache des Entstehens der Haufenwolke aber noch eine andere seyn müsse. Als diese betrachte man nicht ohne Grund die Elektricität, welche wol sicher bey der Bildung der Wolken immer mit in Betrachtung komme. Daß diese Wolken elektrisch seyn, zeige sich nicht nur bey ihrer vollendeten Ausbildung im Gewitter, sondern auch schon, ehe sie in dieser größten Vollkommenheit erschienen, gäben sie durch ihren Einfluß auf die Elektrometer, vorzüglich auf die mit Ableitung versehenen flie-

genden Drachen sich als elektrisch zu erkennen. Man finde die auf der Erde ruhenden Nebel stärker elektrisch, als die heitere Luft, und Volta bemerke ganz richtig, daß Wolken, welche höher in der isolirenden Luft schwebten, die einmal erhaltene Elektricität noch mehr unverringert behalten müßten. Auch aus der Gestalt dieser Wolken habe man auf einen elektrischen Zustand geschlossen, indem ihre horizontale Grundfläche deswegen genau horizontal zu seyn scheine, weil sie von der Erde und den untern Luftschichten abgestoßen würden; und diese Vermuthung über den Ursprung der horizontalen Grundfläche erhalte allerdings dadurch eine Bestätigung, daß an schwülen Tagen, wo wir Gewitter erwarteten, und mithin geneigt wären, auch die kleinern Haufenwolken für mehr elektrisch anzusehen, diese scharf abgeschnittene Grundfläche auffallender sey, als zu andern Zeiten. Die wichtigste Bestätigung für die Einwirkung der Elektricität auf die Bildung der Haufenwolken scheine ihm aber in Volta's Beobachtung zu liegen, daß die Haufenwolken sich so gern da wieder bildeten, wo sie sich den Tag vorher gebildet hätten, und wo die Luft (wie Configliachi sogar mit den Elektrometer gefunden habe) noch elektrisiret sey. Volta habe sehr oft ein täglich erneuertes Entstehen von Gewitterwolken in den Thälern und Bergschluchten, wo sie am Tage vorher gestanden hätten, bemerkt, und seine Beobachtungen hätten gezeigt, daß nicht etwa örtliche Umstände das eine oder das andere Thal zur Wolkenbildung geschickter machten, sondern, daß irgend ein Thal, wenn sich einmal eine Gewitterwolke darum gelagert hätte, und ohne völlige Entladung verschwunden wäre, an jedem folgenden Tage zu neuen Wolkenbildungen vorzüglich geschickt schiene. Hier nämlich, in der von gestern her elektrisirten, und oft auch stark abgekühlten Luft, habe sich der erste Keim der Wolke gebildet, hier werde sie allmälig dichter und dunkler, und komme oft hier zur völligen Ausbildung und zum Ausbruch des Gewitters.

Nach allem diesen dürfe man also wohl sagen,
Elektricität sammle hier die Dünste, und bilde die ru
Wolkenmasse, deren einzelne Theilchen vielleicht nur
um nicht in Tropfen zusammengingen, weil sie alle e
trisiret wären, und folglich, sich abstoßend, sich in
wissen Entfernungen von einander hielten.

Das Verschwinden dieser Wolken gegen Abend
besonders nach Sonnenuntergang sey gleichfalls eine m
würdige Erscheinung, zu deren Erklärung, wie es
scheine, folgende Betrachtungen hinleiteten. Es sey
von Deluc zuerst aufgefaßte, und nachher allgemein b
stätigt gefundene Erfahrung, daß die obern Schicht
der Luft trockner seyn, als die untern, und daß Abends
indem die untere Luft sich verdichte und ihre Feuchtigk
gegen die Erde zu herabsinken lasse, jene trocknere
Schichten sich herabsenkten. Wenn wir uns also Hau
fenwolken, sie möchten nun mehr oder minder in bergig
ter Form auf einander gewälzt seyn, dächten, so sey e
einleuchtend, daß sie verdampfen müßten, wenn jen
trockenere Luftschichte sich auf ihre Gipfel herabsenkt
Die ganze Erscheinung dieses Verschwindens der Wolk
sey völlig so, wie man sie hiernach erwarten müsse; di
auf einander gethürmten Wolkenmassen würden nämlic
abgeflächter, die Wolken würden dünner, und ginge
endlich in eine Art von federiger Schichtwolke über, di
gewöhnlich aber nicht lange bestehe, sondern immer dün
ner werde und endlich ganz am sternhellen Himmel ver
schwinde. Etwas Aehnliches habe er auch nach anhal
tend trübem Wetter an der Haufenwolke bemerkt, wen
ein trockener Ostwind entstehe, und ein heitreres Wette
bringe.

Nur alsdenn, wenn die Haufenwolke durch ein
schnelle Vergrößerung und stärkere Verdichtung geneig
wird, in die gethürmte Haufenwolke überzugehen, ha
ben wir gegründete Zeichen, Regen zu erhalten. Di
Haufenwolke entsteht immer in niedern Luftschichten;
aber sie scheint doch alsdenn am niedrigsten zu stehen,

wenn sie sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bildet, immer dichter und dunkeler wird und endlich in gethürmte Haufenwolken übergeht. Dies schnelle Zunehmen und das Aufthürmen deutet gewöhnlich, besonders an warmen Sommertagen und vorzüglich, wenn sie unter dem Winde entsteht, und dieser still wird, auf einen nahen Ausbruch von Regen, obgleich selbst diese aufgethürmten Wolken sehr oft wieder gegen Abend eben so verschwinden, als es die einfachen Haufenwolken thaten. Howard und Forster geben im Wesentlichen die Erscheinungen über die Entstehung der geschichteten Haufenwolken, die sie Cumulo-stratus nennen, auf folgende Art an. Wenn die Haufenwolke oberwärts wächst, so legt sich um ihren Gipfel, wie um einen Berg, ein leichter Dunst, welcher eine federige Schichtwolke ist, zu welcher ein höherer Luftstrom die Dunsttheilchen herbeyführet. Oft macht sich die Haufenwolke bey ihrem Aufthürmen einen Weg durch die federige Schichtwolke hindurch, und alsdenn zeigt ihr oberer über diese Wolke hinausragender Theil sich abschüssiger, ja selbst überhangend; sehr oft vergrößert sich die federige Schichtwolke sehr schnell und vereinigt sich seitwärts mit der Haufenwolke. Nach Howard's Beobachtung wird jene federige Schichtwolke oft von einem andern Winde, als derjenige ist, dem die Haufenwolke folgt, herbeygeführet, in welchem Falle die Haufenwolken in ihrem Fortziehen aufgehalten werden, und gewöhnlich in Regen übergehen. Das Stillstehen der Haufenwolke, während sie sich aufthürmt, nimmt man oft wahr, wenn man auch jene höhere Wolkenstreifen nicht sieht, und es kann alsdenn die Wolke ein überhängendes und abschüssiges Ansehen besitzen. Aber auch bemerket man sehr oft die an die Haufenwolke angehängte federige Schichtwolke, wenn man auch selten genau beobachten kann, auf welche Art diese Verbindung sich gebildet hat. Daß sich die Haufenwolke mit einer federigen Schichtwolke oder Federwolke vereinige, scheint

eine gewöhnlich, obgleich nicht nothwendige, Bedingu[ng]
zu seyn, welche erfolgen muß, ehe die gethürmte Ha[u-]
senwolke in die wirkliche Regenwolke übergehe. Es ka[nn]
zwar die gethürmte Haufenwolke, nachdem sie sich m[it]
der federigen Schichtwolke vereinigt hat, noch eine g[e-]
raume Zeit sich erhalten, und nach Howard bey So[n-]
nenuntergang wieder verschwinden; allein das Gewöh[n-]
lichere erfolget doch, daß sie sich nun, als wirklich zu[m]
Ausbruch kommendes Gewitter und Regenschauer au[s-]
bildet. Nach Forster wird die völlige Ausbildung durch
die Vereinigung zweyer Wolkenschichten so bewirkt, daß
dabey die entgegengesetzten Elektricitäten beyder Wolken-
arten sich gleichsam neutralisiren.

Die Erscheinungen, welche die gethürmte Haufen-
wolke darbietet, wenn sie in die wirkliche Regenwolke
(Nimbus) übergeht, lassen sich am besten beobachten,
wenn die Wolke von uns ziemlich entfernt am Horizont
steht und sich folglich im Vertikal-Querschnitt zeigt.
Man erblickt nämlich, daß die in ihrer anfänglichen ge-
birgigen Gestalt mit gerundetem, aber scharf begrenzten
Gipfel erscheinende Haufenwolke oben entweder ein ver-
waschenes Ansehen erhält, oder deutliche Fäden, eine
Krone von Federwolken bekommt, welche sich nach und
nach mehr ausdehnt, bis endlich der Regen aus der Wolke
sich ergießt. Zu einer andern Zeit bildet sich die federige
Schichtwolke über der Haufenwolke, und bey der Ver-
einigung beyder erzeuget sich die Krone von Federwol-
ken, worauf es alsdenn bald zu regnen anfängt.

Howard ist der Meinung, daß es desto stärker regne,
je mehr Federwolk-Fäden von der aufgethürmten Hau-
fenwolke hervorgehen, allein diese Meinung scheint nach
neuern Beobachtungen mehre Modifikationen zu leiden.
Zu gewissen Zeiten wachsen die Federwolk-Fäden sehr
schnell und bilden am obern Theile der Wolke ein langes
Gewirre von Fäden, ohne daß dieserwegen der herab-
fallende Regen zuzunehmen scheinet, ja es höret oft ganz
zu regnen auf, wenn auch jene fädenförmige Krone noch

nicht verschwunden ist. Die wahren Regenwolken erblickt man zu gewissen Jahreszeiten am besten ausgebildet, mit einer an die Haufenwolke oberwärts angehängten federigen Schichtwolke, wenn mehre Tage hindurch ein starker Regenschauer dem andern folget. Alsdenn erscheinen die am Horizont stehenden Wolken oft an ihren Gipfeln ganz unbegrenzt, oder verwaschen, oft aber auch mit einer sich oberwärts mehr verbreitenden großen Lage federiger Schichtwolken bedeckt; und diese Gestalt der Wolken deutet fast sicher auf anhaltenden Regen.

Wenn sich die Regenwolke uns nähert, so nehmen wir beständig gewahr, daß gewöhnlich eine weißgraue weitausgebreitete Wolkenmasse, welche größtentheils eine faserige Bildung hat, schon lange vor dem Regen in unsern Scheitelpunkt kommt, und daß der eigentliche Regen nur aus der Mitte der Wolke herabfällt. Eben dieser mittlere Theil der Wolke hat ein dunkeles schwärzliches Ansehen, worin sich fast nichts weiter unterscheiden läßt; erst nachdem der herunterkommende Regen feiner und dünner wird, sehen wir hinter dieser dunkeln Wand wieder einzelne Wolken. Unter dieser eigentlichen Regenwolke zeigen sich die bey Gewittern so häufigen kleinen weißen Wölkchen, welche ersterer Nahrung zu geben scheinen. Sie sind unvollkommen ausgebildete Haufenwolken, welche oft ganz deutlich von der Regenwolke angezogen werden, und sogar derselben, indem sie sich langsam fortbeweget, aus entgegengesetzter Richtung mit schneller Bewegung oft entgegeneilen. Ohne Zweifel verbinden sich diese Wolken mit der großen Regenwolke; denn sie verschwinden kurz nach ihrer Bildung unter derselben; selbst die größern Haufenwolken nähern sich sehr oft der großen Regenwolke, und verbinden sich mit ihr. Auch ergeben die Beobachtungen, daß zwischen den Regenschauern oft andere Haufenwolken entstehen, die nach und nach zu gethürmten Haufenwolken übergehen, und selbst zu neuen Regenschauern Veranlassung

geben. Bisweilen besitzen die über uns stehenden gethürmten Hausenwolken, welche noch nicht zu Regen gekommen sind, ein sonderbares Ansehen. Es scheint, als ob auf dem weißgrauen Grunde Hervorragungen, an Farbe wenig verschieden, rundlich geformt, herabhingen. Bisweilen zeigen die in Regen übergehenden dicken Wolken an ihren unten scharf abgeschnittenen fast genau horizontalen Rändern eine besonders merkwürdige Erscheinung, wenn wir sie entfernt von uns am Horizont stehen sehen. Einige Stellen nämlich nehmen am untern Rande der Wolke ein schwärzeres Ansehen an, und hängen hier etwas mehr gegen die Erde herab, so daß es scheine, als ob gerade an dieser Stelle die im Ganzen horizontal ausgedehnte Wolke am meisten belastet wäre, und sich daselbst entladen wolle. Mehre Beobachtungen scheinen auch dies zu bestätigen, indem gerade an diesen Stellen die heftigsten Platzregen erfolget sind.

Sobald sich die Regenschauer erschöpft haben, so erfolget eine Trennung der Wolkenmasse, gewöhnlich zeigen sich alsdenn oben federige Schichtwolken, und unten entfernen sich die getrennten Theile der Regenwolke, welche sehr oft eben so verschwinden und verdunsten, wie dies bey den Haufenwolken an heitern Abenden zu geschehen pfleget. Oft erfolget aber auch nach Howard's Beobachtung, indem sich die Regenwolke gebrochen hat, eine Vermehrung der ganzen Wolkenmasse; die untern Wolken nämlich vereinigen sich wieder in Haufenwolken, und erheben sich, während die obere Schichte die Gestalt der federigen Schichtwolke wieder annimmt. Es scheint alsdenn das Entgegengesetzte von dem zu erfolgen, was beym Anfange des Regens vorgieng.

Schon ältere Beobachtungen haben gelehrt, daß bey Entstehung der Regenwolken die Elektricität eine vorzügliche Rolle spielt, allein es ist bis jetzt noch nicht erforscht, auf welche Art sie dabey wirkt, so wie es auch noch gänzlich unbekannt ist, wie eine solche furchtbare Menge elektrischer Materie bey Gewittern entstehe. Ge-

wiß ist es aber, daß beym Ausbruche des Regens ein gleichzeitiges Entstehen und auf einander Einwirken zweyer Wolkenschichten als eine Hauptbedingung zu betrachten ist. Bey anhaltendem und stillen Regen sind auch gewöhnlich zwey Wolkenschichten vorhanden, welche unter einander fortziehen, aber hier scheint eine zu diesem gelindem Regen hinreichende Einwirkung Statt zu finden, wenn auch die Entfernung dieser Wolkenschichten mehre hundert Fuß von einander beträgt.

Forster theilet noch folgende Beobachtungen über das Einwirken verschiedener Wolkenlagen auf einander mit: Wenn nämlich eine federige Haufenwolke oder federige Schichtwolke mit einer Haufenwolke, die sich in der Atmosphäre entweder höher erhebt oder sich mehr aufthürmt, in Berührung kommt, so erfolgt sehr oft eine schnelle Vereinigung zu einer dickern Wolkenmasse, die sich in einen Regenschauer ergießt und verschwindet. Oft bemerket man aber auch statt einer solchen unmittelbaren Vereinigung eine dem Anscheine nach durch Einwirkung aus der Entfernung entstehende Veränderung zweyer Wolken. Während nämlich in der Höhe eine Lage federiger Schichtwolken, federiger Haufenwolken oder eigentlicher Federwolken schwebt, sieht man die unter ihnen hinziehende Haufenwolke ihr Ansehn verändern, indem sie dichter wird, sich unregelmäßig aufthürmt und flockige Hervorragungen um ihre Grundfläche anlegt; binnen dieser Zeit verschwindet aber die höhere Wolkenschichte so als ob sie plötzlich verdampfte. Gewöhnlich ist bey diesem Erscheinen die Luft etwas dunstig geworden, und nach Howard gleichsam das Mittel zur Mittheilung der entgegengesetzten Elektricitäten. Es scheint hier die leichtere Wolke von der tiefer liegenden angezogen zu werden, und diese hingegen scheint sich höher zu erheben; erstere senkt sich zwar nicht immer als vereinigte Masse herab, scheint aber doch ihre wässerigen Theile letzterer zuzuführen, nachdem vielleicht wegen Veränderung des elektrischen Zustandes ihr Bestehen als

Wolke aufgehöret hat. Daß hier wirklich ein elektrisches Anziehen Statt finde, will Forster aus mehren von ihm angestellten Beobachtungen bey einer sehr großen obern Wolkenmasse vollkommen bestätigt gefunden haben. Es verdichtete sich nämlich die Federwolke, erschien unten anschwellend, und kam der sich aufwärts aufthürmenden Haufenwolke entgegen, bis sie sich einander erreichten und Regenwolken bildeten.

Von der Schichtwolke s. m. den Artikel: **Nebel** (S. 158. dies. B.).

Zu den hier angeführten Howard'schen Hauptformen der Wolken hat der Herr v. Göthe *) zu Weimar noch eine neue sich von jenen wesentlich unterscheidende Form, die er *paries* (Wand) nennt, hinzugethan; sie charakterisiret sich durch die Schichtstreifen, die ganz am Ende des Horizonts so gedrängt über einander liegen, daß kein Zwischenraum sich bemerken läßt, und die den Horizont in einer gewissen Höhe so schließen, daß sie blos den obern Himmel frey lassen; bald ist ihr Umriß bergrückenartig, so daß man eine entfernte Bergrückenreihe zu sehen glaubt; bald bewegt sich der Contur als Wolke, da dann eine Art Cumulo-stratus daraus entsteht.

Die Kenntniß der Erscheinungen dieser verschiedenen Wolkenarten, und der gewöhnlichen davon abhangenden Folgen ist nicht allein für den Naturforscher, sondern auch besonders für den Landmann wichtig, der seine vorzüglichsten Geschäfte nach dem Witterungsgange einzurichten hat. Bey anzustellenden Beobachtungen der Wolken finden sich freylich manchmal Schwierigkeiten, wenn man angeben soll, zu welcher Art die beobachteten Wolken gehören. Diese Schwierigkeiten haben ihren Grund theils in der oft nicht scharf ausgeprägten Gestalt der Wolken, theils in einer Mannigfaltigkeit der in ver-

*) Neuntes Bulletin der naturwissensch. Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahr 1824. S. 2 f.

schiedenen Gegenden des Himmels erscheinenden Wolken. Die erste Schwierigkeit läßt sich blos durch anhaltende Beobachtungen beseitigen; denn es giebt allerdings unzählige Verschiedenheiten, welche sich nicht alle umständlich darstellen lassen. Eine allgemeine Eigenschaft behält aber immer jede Art von Wolken, woran sie erkannt wird, wenn auch gleich mehre Verschiedenheiten an ihr wahrgenommen werden. Zuweilen ereignet es sich freylich, daß die Wolken während ihres Umbildens keiner der angeführten Wolkenarten zuzugehören scheinen; allein alsdenn gehen sie bald in eine bestimmte Wolkenart über, die alsdenn leichter erkannt wird. Ist im Gegentheil der Himmel mit verschiedenartigen Wolken bedeckt, so hat es ebenfalls keine zu große Schwierigkeit, sich eine gehörige Kenntniß von der einen oder andern Wolkenart zu verschaffen, wenn man nur eine hinreichende Menge von Beobachtungen darüber anstellet.

M. s. H. W. Brandes Beyträge zur Witterungskunde. Leipzig 1820. S. 286 ff.

Y.

Yttererde (Zus. z. S. 807. Th. VI.). Um eine möglichst reine Yttererde zu gewinnen, kann man den Gadolinit mit 2 Theilen Aetzalkali zusammenschmelzen, alsdenn diese Masse mit kochendem Wasser waschen und die Flüssigkeit filtriren, welche eine schöne grüne Farbe besitzt. Diese Flüssigkeit wird so lange abgedampft, bis kein Manganoxyd in Gestalt eines schwarzen Pulvers mehr niederfällt. Hierauf wird die Flüssigkeit mit Salpetersäure gesättiget. Zu gleicher Zeit digerirt man das Sediment, welches sich nicht aufgelöset hat, in verdünnter Salpetersäure, welche die Erde unter Entwickelung vieler Wärme auflöset, ohne die Kieselerde und das äußerst oxydirte Eisen anzugreifen. Alsdenn vermische man die beyden Flüssigkeiten, dampfe sie bis zur Trockniß ab, löse sie wieder auf, und filtrire sie, wodurch

man die Kieselerde oder das Eisenoxyd völlig abscheidet. Einige Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Kali scheidet allen anwesenden Kalk ab, und ein vorsichtiger Zusatz von Schwefelwasserstoffkali fällt das vielleicht noch rückständige Manganoxyd. Wendet man aber von diesem Reagens eine zu große Menge an, so wird zugleich die Yttererde gefällt. Endlich fällt man die Yttererde mit reinem Ammonium, wäscht sie gut aus und trocknet sie.

Wenn die Yttererde nicht mit Manganoxyd verunreinigt ist, wovon sie nicht leicht befreyet werden kann, so hat sie eine vollkommen weiße Farbe; besitzt weder Geschmack noch Geruch, ist für sich allein unschmelzbar; mit Borax aber schmelzt sie zu einem durchsichtigen Glas, oder zu einem undurchsichtigen weißem Glase, wenn Borax im Ueberfluß angewendet wird. Sie ist unauflöslich im Wasser und in feuerbeständigen Aetzalkalien, löset sich aber in kohlensaurem Ammonium auf, verlangt aber zu ihrer Auflösung eine fünf- oder sechsmal größere Menge als Glucinerde. In den meisten Säuren ist sie auflöslich, und bildet alsdenn Salze, welche zum Theil ein metallisches Ansehen haben.

Aus diesem letzten Grunde konnte man schon im voraus vermuthen, daß diese Erdart ebenfalls eine metallische Grundlage war. Indessen ist darüber noch kein entscheidender Versuch vorhanden. Davy behandelte die Yttererde wie die übrigen Erden mit Kalium, welches letztere in Kali verwandelt wurde und die Erde ein metallisches Ansehn erhalten hatte. Es scheint daher wol keinem Zweifel unterworfen zu seyn, daß die Yttererde aus einer metallischen Grundlage, Yttrium genannt, und aus Sauerstoff zusammengesetzt sey. Aus der Zusammensetzung des Salzes, welches diese Erde mit Schwefelsäure bildet, hat man die Menge des in derselben befindlichen Sauerstoffes geschlossen. Hiernach sind die Bestandtheile der Yttererde folgende:

Yttrium 100 Theile
Sauerstoff 25 —

Die Salze der Yttererde haben folgende allgemeine Merkmahle:

1. Einige derselben sind im Wasser unauflöslich.

2. In denjenigen Salzen, welche sich auflösen, werden Niederschläge durch phosphorsaures Natron, kohlensaures Natron, sauerkleesaures Ammonium, weinsteinsaures Kali und durch eisenblausaures Kali bewirkt.

3. Mit Ausnahme der süßschmeckenden auflöslichen schwefelsauren Yttererde sind die andern Salze dieser Erde in Hinsicht ihrer Auflöslichkeit den Salzen mit Kalkbasis ähnlich.

M. s. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: Yttererde.

Z.

Zeit (Zus. zu S. 722. Th. V.). Die Zeit ist kein empirischer Begriff, der von irgend einer Erfahrung abgeleitet worden. Denn das Zugleichseyn oder Aufeinanderfolgen würde gar nicht wahrgenommen werden können, wenn nicht schon die Vorstellung von der Zeit in unserm Geiste bereit läge. Nur unter dieser letzten Voraussetzung kann man sich vorstellen, daß verschiedenes zu ein und derselben Zeit (zugleich) oder in verschiedenen Zeiten (nacheinander) sey. Die Zeit ist aber auch eine nothwendige Vorstellung, welche allen unsern Anschauungen zum Grunde liegt, und in welcher alles unserm innern Sinne erscheinet. Sie kann daher

1. nicht als ein für sich bestehendes Ding betrachtet werden; denn man kann an ihr weder ein Thun noch Leiden, als wesentliche Bedingungen vom Daseyn eines Dinges wahrnehmen.

2. Ist auch die Zeit nicht Etwas den erscheinenden Dingen wesentlich Anhängendes; denn man kann alle Erscheinungen aus der Zeit hinweg denken, ohne die Vorstellung der Zeit selbst aufzuheben.

3. Endlich ist auch die Zeit kein bloßer abstracter Begriff; denn alle Zeitverhältnisse lassen sich nicht anders denken, als daß schon die Vorstellung von Zeit vorausgesetzt wird.

Es ist daher die Zeit die Form der innern Anschauung, oder die subjektive Bedingung, unter welcher die Gegenstände als etwas auf und nach einander Folgendes dem innern Sinne erscheinen. Es hat daher unser Geist das Vermögen, die ihm ursprüngliche und unveränderliche, folglich reine Form der Anschauung, oder die subjektive Bedingung von der Möglichkeit des Zugleich - und Nebeneinanderseyns der Erscheinungen auf diese selbst zu übertragen, wenn er dieselben als in der Zeit befindlich denkt.

Gewöhnlich wird die Zeit zum Theil etwas Ganzes, welches alle Theile der Zeit in sich faßt, zum Theil als ein steiges und unendlich Ganzes gedacht, weil man sich alle Theile der Zeit zusammenhangend vorstellet, und weil alle Grenzen der Veränderungen, die wir in uns wahrnehmen, innerhalb der Zeit sich befinden.

Da nun kein sinnlicher Gegenstand ohne Zeit gedacht werden kann, so ist auch die Zeit als Form der reinen Anschauung, eine der Bedingungen von der Möglichkeit äußerer Erscheinungen. Es ist aber auch die Zeit als bloße subjektive Vorstellung anzusehen, und gleichwol ist ohne Zeit kein sinnlicher Gegenstand möglich; daher erhellet, daß die Zeit zugleich auch eine von den Bedingungen der objektiven Nothwendigkeit der äußern Gegenstände ist. Es hat daher unsere geistige Beschaffenheit mit der Sinnenwelt eine solche genaue Verbindung, daß für uns äußere Gegenstände nur erst dadurch möglich werden, daß wir unser ursprüngliches Erkenntnißvermögen auf sie übertragen.

Außer dem Raume liefert uns also die Zeit noch ein anderes Element zur reinen Erkenntniß von Dingen. Alle übrige sinnliche Erscheinungen hangen von der

Empfindung ab, die uns blos eine empirische Anschauung geben kann.

Zimmer, verfinstertes (Zus. z. S. 738 Th. V.). Da die Camera obscura noch manche Unvollkommenheiten hatte, nicht allein wegen des unbequemen Fortbringens, sondern auch wegen des kleinen Gesichtskreises der deutlich zu sehenden und abzuzeichnenden Gegenstände, suchte Wollaston eine andere Vorrichtung unter dem Namen einer Camera lucida zu construiren, welche die angeführten Unvollkommenheiten beseitiget, und das Bild der zu sehenden und abzuzeichnenden Gegenstände in einem sehr netten und lebhaften Zustande darstellt. Der Herr Prof. Lüdicke *), hat sie unter einer etwas veränderten und bequemeren Gestalt beschrieben. Die fig. 36. stellt das Instrument perspektivisch in dem vierten Theile seiner Größe vor. Der aus feiner Pappe verfertigte Kasten enthält nach der Richtung AB einen reinen und gut geschliffenen Spiegel von dünnem Glase, und nach der Richtung BC ein sehr dünnes gut geschliffenes ebenes Glas. Die Decke kann bey CD aufgehoben und zurückgeschlagen werden, um Spiegel und Glas zu reinigen, und enthält bey G die Oeffnung für das Auge, unter welcher ein Hohlglas von 7 Zoll Zerstreuungsweite liegt, welches man nach Beschaffenheit der Augen verändern kann. Die ganze Höhe des Instruments beträgt 7 Zoll. Die beyden Vorderfüße sind unten mit einer Leiste F verbunden, welche ein Bleygewicht von etwa $\frac{1}{4}$ Pfund enthält, damit der Schwerpunkt des Ganzen innerhalb der vier Füße liegt.

Von der Lage des Spiegels und des Glases hängt die Richtigkeit des Instrumentes ab, so wie von der verhältnißmäßigen Größe beyder und den Oeffnungen des Kastens, die Begrenzung des Bildes und die Größe des Gesichtsfeldes. Zur Bestimmung dieser Umstände dienet die fig. 37. Es sey nämlich AB die Breite des

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLII. S. 338 ff.

Spiegels, der Winkel ABD ein rechter. Wird dieser rechte Winkel mittelst der Linie FB halbirt, so daß $x = y$ ist, so liegt das als ein zweyter Spiegel dienende geschliffene Glas in der Verlängerung dieser Linie, oder in BC. Es sey $BC = BD = BA$, so ist CD die Vertikallinie des Instruments, und BD das Bild des Spiegels AB, welches man von H aus sieht, weil die Winkel CBD und CBA einander gleich sind. Dieses Bild enthält alle die Gegenstände, wiewol schwächer und matter, welche der Spiegel AB auffassen kann. Der mittlere Strahl aller auf den Spiegel horizontal einfallenden Strahlen sey RS. Er wird von den beyden spiegelnden Ebenen nach SG und GH zurückgeworfen. Daher muß sich das Auge in GH befinden, um das ganze Bild bequem sehen zu können. Wollte man aber den Augenpunkt in H annehmen, so würde fast die Hälfte des Glases von G bis C ohne allen Nutzen seyn, weil die Grenze des Strahlenkegels HD ist, und man würde sich weiter, als nöthig, mit dem Auge von dem Bilde entfernet haben. Es darf daher die Breite des dünnen geschliffenen Glases nur ein wenig mehr als die Hälfte der Breite des Spiegels haben, und der Augenpunkt G muß sich nahe an dem Rande dieses Glases befinden.

Zieht man durch G eine Linie auf CD senkrecht, und mit ihr die parallele Linie AD, so wie mit CD parallel die Linie AE, so sind dadurch die drey vorzüglichsten Wände des Kastens bestimmt. Man ziehe ferner aus dem Augenpunkte G durch B die Linie GL, und DL sey senkrecht auf CD; so ist LD das Bild der Oeffnung. Es muß also in der Wand AE die Höhe der Oeffnung $AI = DL$ seyn. Wenn man die kleine hintere Wand NQ weglassen wollte, so würde man außer dem Bilde zugleich ein Stück des Papiers sehen, welches bey dergleichen Instrumenten unangenehm ist. Um dies zu vermeiden, wird die Wand NQ so angelegt, daß deren Kante Q die Linie GD berührt.

Es ist vollkommen hinreichend, die innere Weite des Instruments, oder die Länge der Gläser, = GD zu machen, weil alsdenn der Gesichtswinkel 60 Grade hält. Und da BG ein wenig größer als $\frac{1}{2}$ BC seyn soll, so ist $GD = AB\sqrt{2} = 1,4 . AB$ zu setzen. Bey dem hier abgebildeten Instrumente ist die Breite des Spiegels $AB = 2\frac{1}{4}$ Zoll, die Breite des Glases = $1\frac{1}{8}$ Zoll, und die Länge dieser Gläser = $3\frac{1}{2}$ Zoll, wiewol sie noch nicht 3 Zoll lang zu seyn gebraucht hätte.

Herr Weickert [α]) beschreibet eine Camera lucida, welche mit einem zusammengesetzten Mikroskop verbunden ist, um auf diese Art Gegenstände stark vergrößert abzeichnen zu können.

Auch hat der Herr D. v. Sömmering eine Art von Camera lucida angegeben, welche darin besteht, daß hinter einem Mikroskop oder Teleskop ein kleiner Spiegel, nicht viel größer, als eine Erbse, am besten von sehr fein und eben polirtem Stahl in diagonaler Richtung angebracht wird. Auf diese Weise läßt sich auf eine sehr leichte und einfache Art auf ein untergelegtes Papier alles mit der größten Genauigkeit zeichnen. Herr v. Sömmering hat sich dieser Vorrichtung mit sehr vielem Vortheile zu Zeichnungen über die vertikale Anatomie des Auges der Menschen und Thiere bedienet.

Zink (Zus. z. S. 738. Th. V.). Herr Gmelin [β]) hat den Zink zu einem sehr feinen Drahte, welcher nach einer ungefähren Schätzung des Herrn Gilbert nicht mehr als $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser ausmachte, mithin feiner als der feinste Klaviersaitendraht (N. 11. $\frac{1}{150}$ Zoll dick) war, ausgezogen. Neben Stahldraht N. 16. gelegt (dessen Durchmesser nach Herrn v. Marum $\frac{1}{240}$ Zoll beträgt) scheint er ihn an Feinheit eher zu übertreffen, als nachzustehen. Herr Gmelin bewirkte das

α) Gilbert's Annalen der Physik. B. XL. S. 110 ff.

β) Ebendaselbst B. LVIII. S. 436.

Feinziehen des Zinkes in so feinen Draht, ohne den Draht zu erwärmen, oder anzulassen. Es wird also der Zinkdraht beym Ziehen keinesweges hart.

(Zus. z. S. 739.). Herr Vogel *) fand durch seine Versuche, daß die Zinkblumen ziemlich schnell Kohlensäure aus der Luft anziehen. Auch wurde in selbigen die Beymischung eines metallischen Stoffs entdeckt wovon der Artikel: Kadmium (Th. IX. S. 456 f.) nachzusehen ist. Ueberhaupt scheinen diese Zinkblumen das einzige Oxyd des Zinkmetalls zu seyn, welches nach den Versuchen von Gay-Lussac und Berzelius aus 100 Metall und 24,4 Sauerstoff besteht. Bringt man das Zinkoxyd von neuem in die Hitze, so wird es in ein hellgelbes Glas verwandelt.

Wird Zink in Chlor verbrannt, so bildet sich eine feste Substanz von einer weißlichgrauen Farbe und halb durchsichtig. Dies ist das einzige bekannte Zinkchlorid. Es löset sich dasselbe unter großer Wärmeentwickelung im Wasser auf. Wird diese Auflösung mittelst eines Alkali zersetzt, so erhält man das weiße wasserhaltige Zinkoxyd, aus welchem die sogenannte Zinkbutter oder das salzsaure Zink gewonnen wird. Den Versuchen des D. Joh. Davy zu Folge besteht es aus ziemlich gleichen Gewichttheilen Zink und Chlor.

Die Zinksalze haben folgende allgemeine eigenthümliche Merkmahle:

1. In der Regel geben sie mit Wasser farblose Auflösungen.

2. Eisenblausaures Kali, Wasserstoffschwefelkali, Jodwasserstoffkali, Schwefelwasserstoff und Alkalien bewirken weiße Niederschläge.

3. Galläpfelaufguß giebt keinen Niederschlag.

Die verdünnte Schwefelsäure löset den Zink auf, wobey die Temperatur des Auflösungsmittels eher erhöhet wird, als das Wasserstoffgas entweicht, und zugleich ein

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XI. S. 115.

unaufgelößter Rückstand bleibt, der sonst für Reißbley ist gehalten worden. Allein Proust bemerkt, daß er aus einer Mischung von Arsenik, Bley und Kupfer bestehe. Das Wasserstoffgas, welches durch Einwirkung der Schwefelsäure aus dem Wasser entbunden wird, führt einen Theil Zink, welcher sich offenbar in demselben aufgelöset hat, mit sich fort; er setzt sich aber wenigstens theilweise, wo nicht gänzlich von freyen Stücken wieder ab, wenn man das aufgefangene Wasserstoffgas ruhig hinstellt. Letzteres brennt mit einer glänzenden Farbe als gewöhnliches Wasserstoffgas.

Zinn (Zus. z. S. 741. Th. V.). Man hat zwey bestimmte Verbindungen des Zinnes mit Sauerstoff gefunden. Die erste, oder das graue Zinnoxyd, erhält man, wenn man das Zinn unter Zutritt der Luft erhitzt, oder es in Salzsäure auflöset, und der frischen Auflösung, ehe sie der Luft ausgesetzt wird, Kaliflüssigkeit zusetzt. Nachdem der Niederschlag weißglühend ist gemacht worden, erhält man das graue Zinnoxyd in reinem Zustande. Wird dieses Oxyd in verdünnter Salpetersäure gekocht, getrocknet und dann geglüht, läßt es sich in die andere Verbindung, nämlich in weißes Zinnoxyd (so genannte Zinnasche) verwandeln. Nach der Analyse der Herrn Gay-Lussac und Berzelius besteht das weiße Zinnoxyd aus 100 Metall und 27,2 Sauerstoff; nach H. Davy enthält das graue Zinnoxyd 13,5 Procent Sauerstoff.

Auch hat man zwey Zinnchloride gefunden. Verbrennt man nämlich Zinn in Chlor, so bildet sich eine sehr klare Flüssigkeit, ein Nichtleiter der Elektricität, welche, wenn sie mit etwas Wasser vermischt wird, in eine starre krystallische Substanz übergeht, in wahres salzsaures Zinn, und unter dem Namen liquor Libarii bekannt ist. Nach Joh. Davy's Analyse besteht diese Zusammensetzung aus 9 Chlor und 7,35 Zinn. Die andere Zusammensetzung von Zinn und Chlor ist ein grauer, halb durchsichtiger crystallischer, fester Körper.

Er läßt sich darstellen, wenn man Zinnamalgam mit Calomel erhitzt. Er löset sich im Wasser auf und bildet eine Auflösung, welche den Sauerstoff aus der Luft absorbiret. Diese zweyte Zusammensetzung besteht aus 4,5 Chlor und 7,35 Zinn.

Es giebt auch zwey Schwefelverbindungen des Zinnes. Die eine kann man darstellen, wenn man Schwefel und Zinn zusammenschmelzt. Sie hat eine bläuliche Farbe, ein blätteriges Gefüge, und besteht aus 7,35 Zinn und 1 Schwefel. Die andere Schwefelverbindung erhält man, wenn man das weiße Zinnoxyd mit Schwefel vermischt. Nach Jo. Davy besteht sie aus 7,35 Zinn und 4 Schwefel.

Die Zinnsalze zeichnen sich durch folgende allgemeine Merkmale aus:

1. Eisenblausaures Kali giebt einen weißen Niederschlag.

2. Schwefelwasserstoffkali giebt mit dem grauen Zinnoxyd einen braunschwarzen, und mit dem weißen Zinnoxyd einen goldgelben Niederschlag.

3. Galläpfeltinktur hat keine Einwirkung auf die Auflösung dieser Salze.

4. Aetzsublimat giebt mit den Salzen des grauen Zinnoxyds einen schwarzen und mit dem weißen Zinnoxyd einen weißen Niederschlag.

5. Eine Bleytafel fällt häufig aus den salinischen Auflösungen metallisches Zinn oder Zinnoxyd.

6. Salzsaures Gold bewirkt in den Auflösungen des grauen Zinnoxyds einen purpurfarbenen Niederschlag.

7. Salzsaures Platin bewirkt mit den Salzen des grauen Zinnoxyds einen orangegelben Niederschlag.

Zirkonerde (Zus. z. S. 744. Th. V.). Um diese Erde im reinen Zustande zu erhalten, ist folgendes neue Verfahren angegeben worden *). Man pulvere die Zirkone sehr fein, vermische sie mit zwey Theilen reinem

---

*) Annales de chimie et de physique T. XIV. p. 110 sq.

Kali und mache sie in einem silbernen Schmelztiegel eine Stunde lang rothglühend. Die erhaltene Substanz behandele man mit destillirtem Wasser, schütte sie auf ein Filtrum, und wasche den unauflöslichen Theil gut. Es wird derselbe aus Zirkonerde, Kieselerde, Kali und Eisenoxyd zusammengesetzt seyn. Man löse ihn in Salzsäure auf, und dampfe die Auflösung bis zur Trockniß ab, um die Kieselerde abzuscheiden. Die salzsaure Zirkonerde und das salzsaure Eisen löse man wieder im Wasser auf, und um die an der Kieselerde anhängende Zirkonerde abzuscheiden, wasche man sie mit schwacher Salzsäure, und setze dieses Waschwasser der Auflösung zu. Die Flüssigkeit filtrire man, und fälle die Zirkonerde und das Eisen durch reines Ammonium. Die Niederschläge wasche man gut, und behandle dann die Hydrate mit Sauerkleesäure, koche sie gut mit einander, damit die Säure auf das Eisen wirken könne, und es in Auflösung erhalte, während eine unauflösliche sauerkleesaure Zirkonerde sich bildet; dann wird sie filtrirt, und das sauerkleesaure Salz gewaschen, bis im durchlaufenden Wasser kein Eisen mehr entdeckt wird. Die sauerkleesaure Erde hat im trockenen Zustande eine Opalfarbe. Nachdem sie gut gewaschen ist, wird sie durch Hitze in einen Platintiegel zersetzt. Die so erhaltene Zirkonerde ist vollkommen rein, wird aber von Säuren nicht afficirt. Man muß mit Kali auf sie, wie vorher, reagiren, und sie dann so lange waschen, bis das Alkali beseitigt ist. Nachher löset man sie mit Salzsäure auf, und fällt sie mit Ammonium. Das gefällte Hydrat ist völlig rein, wenn es gut gewaschen worden ist, und löset sich in den Säuren gut auf.

Die reine Zirkonerde ist ein feines weißes Pulver ohne Geruch und Geschmack, aber etwas rauh anzufühlen. Im Wasser ist sie unauflöslich. Wird sie langsam getrocknet, so sintert sie zu einer halbdurchsichtigen gelblichen, dem arabischen Gummi, ähnlichen Masse zusammen, die $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes Wasser bey sich behält. In

reinen Alkalien ist sie unauflöslich, aber die kohlensauren Alkalien lösen sie auf. Vor dem Löthrohre schmelzt sie nicht, sondern giebt nur ein gelbliches Phosphorlicht aus. Erhitzt man sie in einem Schmelztiegel aus Kohle, der auf Kohlenpulver in einem steinernen Schmelztiegel steht, und der einige Stunden lang einem guten Schmiedefeuer ausgesetzet wird, so zerschmelzt sie zu einer Art von Teig, und ihre Theilchen werden zu einer grauen undurchsichtigen Masse verbunden, die mehr porzellan- als glasartig ist. In diesem Zustande ist sie so hart, daß man mit dem Stahl ihr Funken entlocken kann, und daß sie das Glas ritzt. Ihr specifisches Gewicht beträgt 4,3.

Das Kalium wirkt auf sie eben so wie auf die übrigen Erdarten. Man kann daher behaupten, daß sie aus einer metallischen Grundlage mit Sauerstoff verbunden zusammengesetzt ist. Wird Kalium mit weißglühender Zirkonerde in Berührung gebracht, so verwandelt es sich meistentheils in Kali und dunkle Theilchen, die durchs Vergrößerungsglas untersucht, an einigen Stellen metallisch, an andern chocoladebraun erscheinen, und sowol im Kali als in der zersetzten Erde vertheilt angetroffen werden.

M. s. Handwörterbuch der praktischen Chemie von Ure. Artikel: Zirkonerde.

Zitterfische (Zus. z. S. 309. Th. VI.). Volta, welcher bereits die elektrischen Wirkungen dieser Fische auf eine ähnliche Art, wie die seiner Säule, zu erklären suchte, legte besonders dem Hrn. Prof. zu Pavia, P. Configliachi *) in einem besondern Schreiben Versuche und Beobachtungen vor, die vorzüglich über Zitterrochen anzustellen wären, um die seit langer Zeit gehegten Vermuthungen über die thierische Kraft derselben bewahrhei-

*) Annali di chimica e Storia naturale etc. di L. Brugnatelli 1805. To. XXII. p. 223 sq. übers. in Gehlen's Journal für die Chemie, Phys. u. Mineralog. B. IV. S. 612 f.

et zu sehen, so wie anderer Fische, welche eine ähnliche bewundernswürdige Eigenschaft, selbst noch im höhern Grade besitzen, wie der Zitteraal u. s. Configliachi suchte auf mögliche Art den Anforderungen Volta's zu genügen, und stellte mit lebenden Zitterrochen vorzüglich folgende Versuche an:

Zuerst war es ihm darum zu thun, wo möglich, die Elektricität dieser sonderbaren Thiere am Elektrometer merklich zu machen, das entweder unmittelbar, oder mit Hülfe des Condensators angewendet wurde. Nach mancherley Versuchen mit dem bloßen Elektrometer, welches auf verschiedene Art an dem Thiere angebracht wurde, ohne das mindeste Zeichen zu erhalten, wiederholte er dieselben Proben theils mit einem Condensator, theils auch mit zweyen in der Art, daß der zweyte die von dem ersten verdichtete Elektricität noch mehr anhäufte, wobey er sich bemühte, sie so auszuführen und abzuändern, daß er sich von dieser Thatsache überzeugen könnte. Aber alles war vergebens; indem auch mit dem empfindlichsten Goldblatt- oder Strohhalmelektrometer nicht die kleinste Divergenz zu entdecken möglich war.

Indessen setzte ihn dies in Verwunderung, daß alle die übrigen Zeichen der Elektricität, die von den Zitterrochen erhalten wurden, ganz denen analog waren, welche eine Säule von 30 und mehr Plattenpaaren gab, die er stets bereit hielt, um die Vergleichung anzustellen; so die Empfindung von Licht oder dem vorübergehenden Schein, und diejenige, welche man in den Armen hatte, wenn man durch Berührung des untern und obern Theils des Thiers einen Bogen machte, eine Empfindung, die sehr verschieden ist, je nachdem die schließende Hand dem positiven oder negativen Pol, oder dem Rücken oder Bauche des Zitterrochen entspricht: so war auch das Gesetz der Körper, die bey der schwächsten Berührung und bey dem reichlichsten Strom von elektrischer Flüssigkeit, den sie durchlassen können, leitend sind, bey seiner Anwendung auf die Erscheinungen des Zitterrochens nicht

im Mindesten verändert; so gaben endlich die Versuche mit den auf gewöhnliche Weise präparirten Fröschen dieselben Erfolge, als mit Volta's Elektromotoren erhalten wurde.

Da ihm viele Versuche überzeuget hatten, daß das Thier nach Willkür wirke, und die elektrische Flüssigkeit, so viel als wahrgenommen werden konnte, in keiner fortwährenden und ununterbrochenen Circulation sey, sondern blos, wenn der Zitterrochen durch irgend einen besondern Mechanismus die elektrischen Organe, von welchen es dargereichet wird, in Thätigkeit setzte; so bemühete er sich, durch aufmerksame Beobachtung seiner Gestalt und seiner Krümmungen, in dem Augenblick, da er den Schlag gab, jenen vorausgesetzten Mechanismus nachzuahmen, oder ihn zu nöthigen, auch, wenn er nicht von Natur dazu aufgelegt war, Erschütterungen zu geben, dadurch, daß er ihn in verschiedene Lagen brachte, ihn in verschiedenen Richtungen mit Gewichten zusammendruckte, ihn an verschiedenen Stellen des Körpers stach und reizte in dem Augenblick, da die obere Platte des Condensators mit dem Thiere selbst in Berührung war. In dieser zweyten Gattung von Versuchen wurde Configliachi weniger getäuscht, als in der erstern; er hatte vielmals mehre Sekunden einem fast ununterbrochenen Strom, der am Mikroelektrometer oder den präparirten Fröschen ausnehmend merklich war, wahrgenommen; dessenungeachtet erwartete er vergebens ein Zeichen von Divergenz bey den Goldblättchen oder Strohhalmen, als er die Platte des Condensators mit dem Elektrometer in Verbindung brachte.

Configliachi errichtete nachher aus den getrennten Organen einiger Zitterrochen, die ihm gar kein Zeichen am Elektrometer gegeben hatten, Säulen, welche mehre Minuten hindurch sehr wirksam waren, wenn er sie einige Zeit der Wirkung seiner gewöhnlichen Säule aus Zink- und Kupferplatten ausgesetzt hatte, wie dies bey den von Ritter aus einem einzigen Metall errichteten

Säulen der Fall ist, welche derselbe Ladungssäulen nennt. Diese Thatsache schien ihm sehr merkwürdig zu seyn, und einen neuen Beweis für die Aehnlichkeit der natürlichen und künstlichen Elektromotoren zu geben.

Ritter war indessen nicht der Meinung, die elektrischen Organe dieser Fische für natürliche Volta'sche Säulen zu halten, weil ihre Wirksamkeit beym wirklichen Leben so außerordentlich vom Gehirn abhängt, und aufhört, wenn man sie mit diesem außer Zusammenhang setzt. Offenbar fließe ihnen vom Gehirn erst die Bedingung zu, vermöge welcher sie erst zu dem werden, was sie von sich selbst nicht sind; und dieser Einfluß könne im nichts andern bestehen, als die in den Organen vorhandenen Elemente erst zu Aequivalenten von Volta'schen Säulen zu ordnen, oder, wären sie auch zuvor schon dazu geordnet, doch die elektrischen Erregungen zwischen diesen Elementen dahin abzuändern, daß sie nun nicht mehr nach dem Gesetze blos einer Classe vorhanden seyn, es sey dies nun nach der ersten, oder, welches weit wahrscheinlicher sey, nach der zweyten. So gewiß es aber auch sey, daß alle auch noch so verschiedene Reizungsarten sich zuletzt in eine und die nämliche nächste Ursache der Empfindung und der Bewegung auflöseten, so gewiß werde obige Wirkung auf jene Organe auch von allem dem hervorgebracht werden können, was nur überhaupt Nerven wirksam reize.

Die Herren v. Humboldt und Gay-Lussac *) haben ebenfalls neue Versuche über die Wirkung des Zitterrochen angestellt, und folgende Resultate erhalten:

1. Obgleich der Zitterroche in seiner Stärke nicht mit dem Zitteraal zu vergleichen ist, so ist er doch im Stande, schmerzhafte Empfindungen zu erregen. Eine Person, welche sonst an elektrische Stöße gewöhnt ist, hält doch kaum den Schlag eines Zitterrochen von vier

*) Gehlen's neues allgemeines Journal der Chemie B. VI. S. 166 ff.

Decimeter Länge aus, wenn er in seiner ganzen Kraft ist. Er giebt seinen Schlag unter dem Wasser, und erst, wenn er schwächer wird, verhindert dieses Flüssige seine Wirkung. Gay-Lussac bemerkte, daß man in diesem Fall die Erschütterung erst zu empfinden anfängt, wenn man den Fisch über die Oberfläche des Wassers hebt. Es ist mit ihm, wie mit Fröschen, womit man galvanische Versuche anstellt: die Bedingungen, unter welchen Zusammenziehung erfolgt, sind verschieden, nach dem Grade der Reizbarkeit der Organe.

2. v. Humboldt hatte im mittäglichen Amerika wahrgenommen, daß der Zitteraal die fürchterlichsten Commotionen erregt, ohne irgend eine äußerliche Bewegung mit den Augen, dem Kopfe oder den Flossen zu machen. Anders ist es aber bey dem Zitterrochen: es wurde bemerkt, daß derselbe jedes Mal, wenn er seinen Schlag giebt, convulsivisch die Brustflossen bewegt; der Schlag wird stärker oder schwächer empfunden, je nachdem die Berührung auf einer größern oder kleinern Fläche Statt findet.

3. Man kann die Organe des Zitterrochen oder eines Zitteraals nicht nach Willkür entladen, wie man es bey einer Leydner Flasche oder einer Säule thut. Man empfindet nicht immer eine Erschütterung, wenn man einen elektrischen Fisch berührt; man muß ihn reizen, damit er einen elektrischen Schlag gebe. Dieser hängt ganz von der Willkür des Thieres ab, welches vielleicht seine elektrischen Organe nicht beständig geladen hat; es ladet sich aber mit bewundernswürdiger Geschwindigkeit wieder, indem es fähig ist, eine lange Zeit Erschütterungen zu ertheilen.

4. Man empfindet den Schlag (im Fall der Fisch bereit war, ihn zu geben), wenn man mit einem einzigen Finger eine einzige Fläche der elektrischen Organe berühret, oder, indem man beyde Hände an beyde Flächen, die obere und untere, auf ein Mal legt. Auch ist es in beyden Fällen gleichgültig, ob derjenige, der

ien Finger oder seine beyden Hände in Berührung ngt, isolirt ist oder nicht.

5. Berührt eine isolirte Person den Zitterrochen mit iem einzigen Finger, so muß die Berührung durchaus ımittelbar seyn. Es wird gar keine Commotion geıhlt, wenn ein leitender Körper, z. B. ein Metall, sich ɔischen dem Finger und dem Organ des Fisches befin:t. Daher berührt man ihn mittelst eines Schlüssels, ɔer jedes andern metallischen Instruments, ohne einen 5chlag zu erhalten.

6. Nachdem Gay-Lussac diese wichtige Bedingung wahrgenommen hatte, wurde der Zitterrochen auf :ine Metallplatte gelegt, mit welcher die untere Fläche ɔer Organe in Berührung war. Die Hand, welche diese Platte hält, empfindet nie eine Erschütterung, wenn eine andere isolirte Person das Thier reizt, und die convulsivische Bewegung seiner Brustflossen die stärksten Entladungen seines elektrischen Fluidums anzeigt.

7. Hält dagegen Jemand die Platte, auf welcher der Roche liegt, in der linken Hand, wie im vorigen Versuch, und berührt dann die obere Fläche des elektrischen Organs mit der rechten, so empfindet er eine starke Erschütterung in beyden Armen zugleich.

8. Der Erfolg bleibt derselbe, wenn der Fisch zwischen zwey Metallplatten, deren Ränder sich nicht berühren, gelegt worden, und man diese Platten mit beyden Händen zugleich anfaßt.

9. Findet aber im vorigen Falle (8) irgend eine unmittelbare Verbindung zwischen den Rändern der beyden Metallplatten Statt, so empfindet man in beyden Armen gar keine Commotion. Die Kette ist dann zwischen den beyden Flächen des Organs durch die Platten geschlossen und die abermalige Communication, die man durch Berührung der Platten mit beyden Händen bewerkstelligt, ist ohne Erfolg.

10. Auch das empfindlichste Elektrometer giebt keine elektrische Spannung in den Organen des Z rochen an; es wird davon auf keine Art afficirt, man es auch anbringen mag, indem man es entw den Organen nähert, oder den Fisch isolirt, ihn mi ner Metallplatte bedeckt, und diese Platte durch Leitungsdraht mit Volta's Condensator in Verbin setzt. Nichts zeigt hier, wie bey dem Zitteraal, daß das Thier die elektrische Spannung der umge den Körper modificire.

11. Da die elektrischen Fische, in gesundem stande, mit gleicher Stärke unter Wasser, wie in Luft wirken, so wurde auch die Leitungsfähigkeit ses Flüssigen geprüft. Als mehre Personen die K zwischen der Oberfläche und Unterfläche der Organe Zitterrochen schlossen, empfanden sie erst einen Schl als sie sich die Hände naß machten. Ein Wassertrop unterbricht nicht die Wirkung, wenn zwey Person die den Zitterrochen mit der rechten Hand halten, statt sich die linke zu geben, jede eine Metallspitze einen, auf isolirender Unterlage ruhenden, Wassertrop tauchen.

12. Setzt man in diesem Falle an die Stelle d Wassertropfens die Flamme, so ist die Communicati unterbrochen, und wird nicht eher wieder hergestellt, a bis die Metallspitzen im Innern der Flamme sich u mittelbar berühren.

13. Noch ist zu bemerken, daß unter Wasser, w in der Luft, nicht anders als auf unmittelbare Berüh rung des Körpers der elektrischen Fische eine Commo tion empfunden wird; auch nicht durch die dünnste Wa serschicht hindurch geben sie ihre Schläge. Dieß ist um so merkwürdiger, da in den galvanischen Versuchen, we der Frosch im Wasser getauchet ist, es bekanntlich hin reicht, die silberne Pincette den Muskeln zu nähern, und Zusammenziehung erfolgt, wenn die Zwischenschicht von Wasser ein bis zwey Millimeter dick ist.

Aus diesen Beobachtungen, welche an den Zitterro-
en angestellet wurden, ergiebt sich folgendes: Nach den
Versuchen in 4. und 10. ist klar, daß die elektrischen
rgane dieser Thiere gar keine Spannung, keine über-
hüssige Ladung, anzeigen. Vielmehr sollte man geneigt
eyn, ihre Wirkung mit der einer Vereinigung von klei-
en Leydener Flaschen, als mit einer Volta'schen Säule,
u vergleichen. Ohne Kette läßt sich gar keine Commo-
ion erhalten. Wenn der Zitterroche durch Pole wirkt,
urch ein elektrisches Gleichgewicht, welches sich wieder
erzustellen strebt, so scheinen die Versuche unter 5 und
zu erweisen, daß diese Pole neben einander, auf ei-
er und derselben Fläche des Organs, vorhanden sind.
Man erhält einen Schlag, indem man nur eine einzige
Fläche mit seinem Finger berührt. Eine zwischen der
Hand und dem Organ befindliche Platte (6) stellt selbst
as Gleichgewicht wieder her, und die Hand, welche jene
Platte hält, empfindet nichts, weil sie außer dem Strome
ist. Nimmt man aber eine Anzahl entgegengesetzter Pole
auf jeder Fläche des Organs an, warum stellt sich das
Gleichgewicht durch die Arme wieder her, wenn man
ene Fläche mit zwey Metallplatten, deren Ränder sich
nicht berühren, bedeckt, und die Hände auf diese Plat-
ten legt? Warum sucht die positive Elektricität der
untern Fläche, in dem Augenblick der Explosion nicht
die negative des benachbarten Pols, und warum findet
sie sie nur auf der obern Fläche des elektrischen Organs?
Diese Schwierigkeiten seyen vielleicht nicht unübersteig-
lich, aber es würden noch viele Untersuchungen zu der
Theorie dieser Lebensverrichtungen erfordert. Geoffroy
habe bewiesen, daß die Rochen, welche keine Anzeige
von Elektricität gaben, Organe besäßen, die den des Zit-
terrochens sehr ähnlich seyen. Die geringste Verletzung
des Gehirns verhindere die Wirkung dieses elektrischen
Fisches. Die Nerven spielten in diesen Erscheinungen
ohne Zweifel die größte Rolle, und der Physiolog, der
die Lebensverrichtungen in ihrer Gesammtheit umfasse,

würde sich mit Grund dem Physiker aufdringen, der alles [illegible] der Berührung der eiweißgallertartigen Pulpe mit den [illegible] nervösen Blättchen, welche die Natur in dem Organe [illegible] Zitterrochen verbunden habe, zu erklären glauben kann.

Zurückwerfung der Lichtstrahlen (Zus. z. Erg. Th. V.). Herr Cauchoix hat eine Vorrichtung angegeben, mit deren Hülfe die beyden angeführten Gesetze der Zurückwerfung des Lichtes auf einer spiegelnden Oberfläche deutlich dargestellet werden können. [illegible] fig. 38. stellt dieselbe vor. Sie besteht aus einer [illegible] förmigen Ebene AZB, welche vertikal auf einem [illegible] Fuß angebracht ist, den man durch Schrauben [illegible] kann. Der Umkreis AZB ist eingetheilt, und [illegible] zwey metallene Läufer S und O, die mit ihm concentrisch sind, und deren jeder mit einem kleinen Loch S' und O' in gleichem Abstand von der Ebene des Kreises [illegible] bohrt ist. Vor der Mitte C bringt man ein planes Spiegelglas an, dessen Lage man durch Stellschrauben so regulirt, daß es auf jene nämliche Ebene senkrecht, mithin horizontal, wenn diese vertikal ist, wovon man sich überzeugen kann, wenn man eine Wasserwage auf die obere Fläche des Glases setzt und zusieht, ob die eine horizontale Richtung desselben zu erkennen giebt, wenn die Richtung der Ebene des Kreises nach irgend einem vertikalen Gegenstande, wie den Rahmen eines Fensters oder den Seitenkanten eines Schrankes regulirt worden ist. Ueber diesem Glase endlich und [illegible] der Mitte selbst befestiget man bleibend einen ebenen Metallstreifen, dessen geradlinichter Rand CI, welchem man die Form einer scharfen Schneide gegeben hat, auf der Oberfläche des Glases eine gerade Linie vorstellet, welche von der Mitte C senkrecht auf die Ebene des Kreises ausgeht; und auf dieser Linie giebt man noch einen Strich C' an, genau in der Entfernung, in welcher die Löcher in den Läufern gebohrt sind, so daß die drey Punkte S', O', C' sich immer in der nämlichen dem eingetheilten Kreise parallelen Ebene befinden. Nach so getroff-

ner Einrichtung stellt man den Apparat vor ein offenes Fenster, so daß das Licht der Sonne durch das Loch S′ eintreten und auf das Glas unter verschiedenen Winkeln fallen kann. Darauf verschiebt man den Läufer O′, bis man beym Hindurchsehen durch das Loch O′ das Bild des Lochs S′ genau am Rande der scharfen Kante CL des von der Mitte ausgehenden zugeschnittenen Streifens erblickt. Die Erfahrung zeigt, daß die Erfüllung dieser Bedingung immer möglich ist; und dann nimmt man jederzeit wahr, daß der Einfallspunkt genau auf den Strich C fällt. Mithin sind der einfallende und der zurückgeworfene Strahl in einer und derselben, auf der zurückwerfenden Oberfläche senkrechten Ebene begriffen. Da ferner diese beyden Strahlen auf der Axe CC′ des eingetheilten Kreises zusammentreffen, so werden ihre Neigungen gegen die Oberfläche durch die Bogen BS und AO gemessen, deren Werth sich auf der Eintheilung selbst ablesen läßt, indem man vom horizontalen Durchmesser AB ausgeht. Hiebey findet man für alle mögliche Lagen der Läufer, daß der einfallende und der zurückgeworfene Strahl stets gleiche Winkel mit der zurückwerfenden Oberfläche bildet.

Mit Hülfe dieses Apparates kann man sehr vortheilhaft die Winkel bestimmen, welche von zwey ebenen und glatten Oberflächen gebildet werden. Wenn z. B. die Winkel, unter welchem sich die ebenen und polirten Seitenflächen eines Prisma schneiden, gemessen werden sollen, so verfährt man auf folgende Art: Man erhält das Spiegelglas GG, anstatt es mit der Kante CL in Berührung zu bringen, in einer Entfernung von zwey bis drey Millimetern davon, unbeschadet seiner senkrechten Richtung auf die Ebene des Kreises, die sich ihm leicht durch die Stellschrauben, durch welche es in Bewegung gesetzt wird, sichern läßt. Um bequem von der Erfüllung dieser Bedingung ohne eine andere Mithülfe als die des Instrumentes selbst urtheilen zu können, bringe man den Läufer O ungefähr an den höch-

würde sich mit Grund dem Physiker auflehnen, der alles aus der Berührung der eiweißgallenartigen Pulpe und der aponeurotischen Blättchen, welche die Natur in den Organen des Zitterrochen verbunden habe, zu erklären glauben könnte.

Zurückwerfung der Lichtstrahlen (Zus. z. S. 768. Th. V.). Herr Cauchoix hat eine Vorrichtung angegeben, mit deren Hülfe die beyden angeführten Gesetze der Zurückwerfung des Lichtes auf einer spiegelnden Oberfläche deutlich dargestellet werden können. Die fig. 38. stellt dieselbe vor. Sie besteht aus einer kreisförmigen Ebene AZB, welche vertikal auf einem festen Fuß angebracht ist, den man durch Schrauben stellen kann. Der Umkreis AZB ist eingetheilt, und trägt zwey metallene Läufer S und O, die mit ihm concentrisch sind, und deren jeder mit einem kleinen Loch S′ und O′ in gleichem Abstand von der Ebene des Kreises durchbohrt ist. Vor der Mitte C bringt man ein polirtes Spiegelglas an, dessen Lage man durch Stellschrauben so regulirt, daß es auf jene nämliche Ebene senkrecht, mithin horizontal, wenn diese vertikal ist, wovon man sich überzeugen kann, wenn man eine Nivellirwage auf die obere Fläche des Glases setzt und zusieht, ob diese eine horizontale Richtung desselben zu erkennen giebt, wenn die Richtung der Ebene des Kreises nach irgend einem vertikalen Gegenstande, wie den Rahmen eines Fensters oder den Seitenkanten eines Gebäudes regulirt worden ist. Ueber diesem Glase endlich und vor der Mitte selbst befestiget man bleibend einen ebenen Metallstreifen, dessen geradlinichter Rand CL, welchem man die Form einer scharfen Schneide gegeben hat, auf der Oberfläche des Glases eine gerade Linie vorstellet, welche von der Mitte C senkrecht auf die Ebene des Kreises ausgeht; und auf dieser Linie giebt man noch einen Strich C′ an, genau in der Entfernung, in welcher die Löcher in den Läufern gebohrt sind, so daß die drey Punkte S′, O′, C′ sich immer in der nämlichen dem eingetheilten Kreise parallelen Ebene befinden. Nach so getroffe-

ner Einrichtung stellt man den Apparat vor ein offenes Fenster, so daß das Licht der Sonne durch das Loch S′ eintreten und auf das Glas unter verschiedenen Winkeln fallen kann. Darauf verschiebt man den Läufer O′, bis man beym Hindurchsehen durch das Loch O′ das Bild des Lochs S′ genau am Rande der scharfen Kante CL des von der Mitte ausgehenden zugeschnittenen Streifens erblickt. Die Erfahrung zeigt, daß die Erfüllung dieser Bedingung immer möglich ist; und dann nimmt man jederzeit wahr, daß der Einfallspunkt genau auf den Strich C fällt. Mithin sind der einfallende und der zurückgeworfene Strahl in einer und derselben, auf der zurückwerfenden Oberfläche senkrechten Ebene begriffen. Da ferner diese beyden Strahlen auf der Axe CC′ des eingetheilten Kreises zusammentreffen, so werden ihre Neigungen gegen die Oberfläche durch die Bogen BS und AO gemessen, deren Werth sich auf der Eintheilung selbst ablesen läßt, indem man vom horizontalen Durchmesser AB ausgeht. Hiebey findet man für alle mögliche Lagen der Läufer, daß der einfallende und der zurückgeworfene Strahl stets gleiche Winkel mit der zurückwerfenden Oberfläche bildet.

Mit Hülfe dieses Apparates kann man sehr vortheilhaft die Winkel bestimmen, welche von zwey ebenen und glatten Oberflächen gebildet werden. Wenn z. B. die Winkel, unter welchem sich die ebenen und polirten Seitenflächen eines Prisma schneiden, gemessen werden sollen, so verfährt man auf folgende Art: Man erhält das Spiegelglas GG, anstatt es mit der Kante CL in Berührung zu bringen, in einer Entfernung von zwey bis drey Millimetern davon, unbeschadet seiner senkrechten Richtung auf die Ebene des Kreises, die sich ihm leicht durch die Stellschrauben, durch welche es in Bewegung gesetzt wird, sichern läßt. Um bequem von der Erfüllung dieser Bedingung ohne eine andere Mithülfe als die des Instrumentes selbst urtheilen zu können, bringe man den Läufer O ungefähr an den höch-

sten Punkt des Kreises; stelle alsdenn das Auge hinter diesen Läufer, betrachte das Glas dadurch, und regulire seine Stellung so, daß das zurückgeworfene Bild des Loches O′ und des Auges durch dieses nämliche Loch wieder austritt, indem es das, auf der Kante CL angegebene feste Merkzeichen C′ streift. Ist dies der Fall, so kann man sicher seyn, daß der Strahl O′C′, welcher dem Kreise parallel ist, zugleich senkrecht auf dem Spiegel steht, woraus umgekehrt folgt, daß dieser auf der Ebene des Kreises senkrecht ist. Hat man sich auf diese Art davon überzeugt, so lege man auf das Spiegelglas eine der beyden ebenen Flächen des Prisma, deren Neigungswinkel gegen einander gemessen werden soll; schiebe die scharfe Kante des Prisma unter den scharfen Rand CL, indem man es so dreht, daß seine obere Fläche ebenfalls senkrecht auf die Ebene des Kreises ist; welches Statt haben wird, wenn, nachdem der Läufer an irgend eine Stelle des Umkreises gebracht ist, das von dieser Fläche zurückgeworfene Bild des Loches S′ sich durch den andern Läufer am Rande des festen Merkzeichens C′ erblicken läßt. Alsdenn wird die Mitte des Bogens OS die Stelle seyn, von welcher die gerade Linie nach dem Mittelpunkte C gezogen auf der zurückwerfenden Oberfläche des Prisma senkrecht steht. Der Bogen von der Mitte des Bogens OS bis zu dem Punkte, von welchem die Linie auf den Spiegel, mithin auch auf der andern Seitenfläche des Prisma senkrecht steht, zeigt die Größe des zu messenden Neigungswinkels an.

Ueberhaupt gründen sich auf die Zurückwerfungsgesetze des Lichtes alle Winkelinstrumente, welche bestimmt sind, die Größe der Neigungswinkel der Oberflächen der Körper gegen einander, wovon der Artikel Goniometer, nachzusehen ist.

M. s. Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot. Th. III. S. 233 ff.

Tab. I.

4. 6 Kupfer Zink 7.

Oberes Ende

Oberes Ende

Spiessglanz

12. 13. 14. 16. 17.

